

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-138406

(43)Date of publication of application : 27.05.1997

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

F21V 8/00

G02B 6/00

G09F 9/00

(21)Application number : 07-318436

(71)Applicant : ENPLAS CORP  
KOIKE YASUHIRO

(22)Date of filing : 14.11.1995

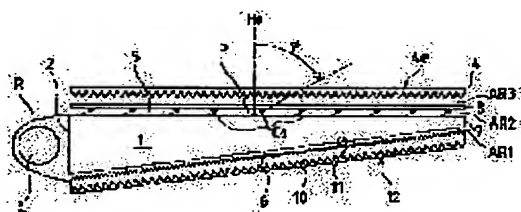
(72)Inventor : ARAI TAKAYUKI

**(54) SURFACE LIGHT SOURCE DEVICE WITH POLARIZING FUNCTION USING POLARIZATION CONVERSION ELEMENT**

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a surface light source device with a polarizing function capable of obtaining bright polarization luminous flux and suitable for a back light light source of a liquid crystal device.

**SOLUTION:** The light from a lamp L is led from a light incident surface 2 into a directional outgoing light transmission plate 1 of a wedge type section shape to be emitted from a light emission surface 5. A polarized light separating plate 8 is arranged holding an air layer AR2 therebetween, and a prism sheet 4 is arranged holding the air layer AR3 on the outside of the plate 8. The polarized light separating plate 8 transmits through the majority of a P polarization component, and returns a suitable part of an S polarization component to the light transmission plate 1. The returned light receives a polarizing scramble action in the light transmission plate 1, and is P polarized by a polarization conversion element 10, and the P polarization component of the re-emitted light from the light transmission plate 1 is taken out again to be made lighting light. A polarization prism groove is formed on the input/output surface 11 of the polarization conversion element 10, and a polarization conversion prism groove oriented in the 45° oblique direction is formed on the rear surface 12. The rear surface side of the polarization conversion element may be constituted of a 1/4 wavelength plate whose polarization axis is oriented in the 45° oblique direction and a reflection plate instead of the polarization conversion prism groove.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

06.10.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-138406

(43)公開日 平成9年(1997)5月27日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/1335	5 3 0		G 0 2 F 1/1335	5 3 0
F 2 1 V 8/00	6 0 1		F 2 1 V 8/00	6 0 1 A
G 0 2 B 6/00	3 3 1		G 0 2 B 6/00	3 3 1
G 0 9 F 9/00	3 3 6		G 0 9 F 9/00	3 3 6 J

審査請求 未請求 請求項の数9 F D (全 23 頁)

(21)出願番号 特願平7-318436

(22)出願日 平成7年(1995)11月14日

(71)出願人 000208765

株式会社エンプラス

埼玉県川口市並木2丁目30番1号

(71)出願人 591061046

小池 康博

神奈川県横浜市青葉区市が尾町534の23

(72)発明者 荒井 孝之

埼玉県川口市並木2-30-1 株式会社エンプラス内

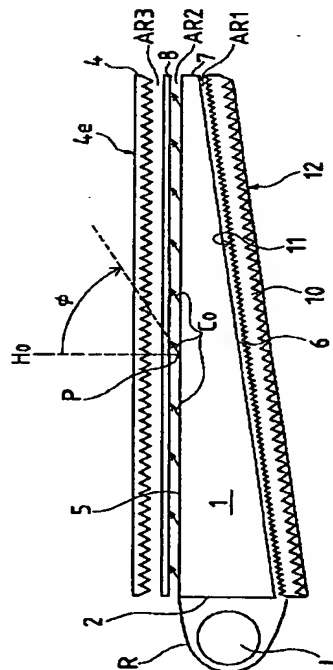
(74)代理人 弁理士 竹本 松司 (外4名)

(54)【発明の名称】 偏光変換素子を用いた偏光化機能付き面光源装置

(57)【要約】

【課題】 明るい偏光光束を得ることが可能で、液晶表示装置のバックライト光源に好適な偏光化機能付面光源装置。

【解決手段】 ランプ1からの光は光入射面2から楔形断面形状の指向射出性導光板1内へ導入され、発光面5から出射される。空気層AR2を挟んで偏光分離板8が配置され、その外側には空気層AR3を挟んでプリズムシート4が配置される。偏光分離板8は、P偏光成分の大半を透過させ、S偏光成分の相当部分を導光板1に戻す。戻された光は導光板1内で偏光スクランブル作用を受けると共に、偏光変換素子10によりP偏光化され、導光板1からの再出射光のP偏光成分が再度取り出されて照明光とされる。偏光変換素子10の入出力面11には偏向プリズム溝が形成され、裏面12には45度斜め方向に配向された偏光変換プリズム溝が形成されている。偏光変換素子の裏面側は、偏光変換プリズム溝に代えて45度斜め方向に偏光軸を配向された4分の1波長板と反射板で構成しても良い。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 楔形状断面を有する指向出射性の導光板と、該導光板の肉厚端面の近傍に配置された光供給手段と、前記導光板の発光面に沿って延在するように配置され、偏光成分に依存した反射特性を有する透光性の偏光分離手段と、前記導光板の発光面と相反する側の表面に沿って延在するように配置され、前記導光板の裏面からの出射光を入出力面から入射させ、S偏光成分をP偏光成分に変換した後、前記入出力面から前記導光板の裏面に向けて出射させる偏光変換素子を含み、前記偏光変換素子の入出力面には、前記導光板の裏面からの出射光の伝播方向を前記偏光変換素子の厚み方向に転換させるための多数の偏向プリズム溝が前記導光板の光入射面の延在方向と平行に形成されている、偏光変換素子を用いた偏光化機能付き面光源装置。

【請求項2】 楔形状断面を有する指向出射性の導光板と、該導光板の肉厚端面の近傍に配置された光供給手段と、前記導光板の発光面に沿って延在するように配置され、偏光成分に依存した反射特性を有する透光性の偏光分離手段と、前記導光板の発光面と相反する側の表面に沿って延在するように配置され、前記導光板の裏面からの出射光を入出力面から入射させ、S偏光成分をP偏光成分に変換した後、前記入出力面から前記導光板の裏面に向けて出射させる偏光変換素子を含み、前記偏光変換素子の入出力面には、前記導光板の裏面からの出射光の伝播方向を前記偏光変換素子の厚み方向に転換させるための多数の偏向プリズム溝が前記導光板の光入射面の延在方向と平行に形成されており、前記偏光変換素子の裏面側には、S偏光成分をP偏光成分に変換するための多数の偏光変換プリズム溝が、前記導光板の光入射面の延在方向と45度傾斜した方向に形成されている、偏光変換素子を用いた偏光化機能付き面光源装置。

【請求項3】 楔形状断面を有する指向出射性の導光板と、該導光板の肉厚端面の近傍に配置された光供給手段と、前記導光板の発光面に沿って延在するように配置され、偏光成分に依存した反射特性を有する透光性の偏光分離手段と、前記導光板の発光面と相反する側の表面に沿って延在するように配置され、前記導光板の裏面からの出射光を入出力面から入射させ、S偏光成分をP偏光成分に変換した後、前記入出力面から前記導光板の裏面に向けて出射させる偏光変換素子と、前記偏光変換素子の裏面側に配置された反射体を含み、前記偏光変換素子の入出力面には、前記導光板の裏面からの出射光の伝播方向を前記偏光変換素子の厚み方向に転換させるための多数の偏向プリズム溝が前記導光板の光入射面の延在方向と平行に形成されており、前記偏光変換素子の裏面側には、S偏光成分をP偏光成分に変換するための多数の偏光変換プリズム溝が、前記導光板の光入射面の延在方向と45度傾斜した方向に形

成されている、

偏光変換素子を用いた偏光化機能付き面光源装置。

【請求項4】 前記導光板が光散乱導光体で構成され、該光散乱導光体の有効散乱照射パラメータ $E$  [ $\text{cm}^{-1}$ ]の値が $0.5 [\text{cm}^{-1}] \leq E \leq 50 [\text{cm}^{-1}]$ の範囲にあると共に、光散乱能を与える屈折率不均一構造の相関関数 $r(r)$ を $r(r) = \exp[-r/a]$  (但し、 $r$ は光散乱導光体内の2点間距離)で近似した時の相関距離 $a$  [ $\mu\text{m}$ ]の値が $0.06 [\mu\text{m}] \leq a \leq 35 [\mu\text{m}]$ の範囲にある、

請求項1～請求項3のいずれか1項に記載された、偏光変換素子を用いた面光源装置。

【請求項5】 前記導光板が光散乱導光体で構成され、該光散乱導光体の有効散乱照射パラメータ $E$  [ $\text{cm}^{-1}$ ]の値が $2.77 [\text{cm}^{-1}] \leq E \leq 9.24 [\text{cm}^{-1}]$ の範囲にあると共に、光散乱能を与える屈折率不均一構造の相関関数 $r(r)$ を $r(r) = \exp[-r/a]$  (但し、 $r$ は光散乱導光体内の2点間距離)で近似した時の相関距離 $a$  [ $\mu\text{m}$ ]の値が $0.06 [\mu\text{m}] \leq a \leq 7 [\mu\text{m}]$ の範囲にある、請求項1～請求項3のいずれか1項に記載された偏光変換素子を用いた面光源装置。

【請求項6】 楔形状断面を有する指向出射性の導光板と、該導光板の肉厚端面の近傍に配置された光供給手段と、前記導光板の発光面に沿って延在するように配置され、偏光成分に依存した反射特性を有する透光性の偏光分離手段と、前記導光板の発光面と相反する側の表面に沿って延在するように配置され、前記導光板の裏面からの出射光を入出力面から入射させ、S偏光成分をP偏光成分に変換した後、前記入出力面から前記導光板の裏面に向けて出射させる偏光変換素子を含み、前記偏光変換素子の入出力面には、前記導光板の裏面からの出射光の伝播方向を前記偏光変換素子の厚み方向に転換させるための多数の偏向プリズム溝が前記導光板の光入射面の延在方向と平行に形成されており、前記偏光変換素子はその裏面側に、S偏光成分をP偏光成分に変換するために偏光軸を前記導光板の光入射面の延在方向と45度傾斜した方向を向くように配向配置された4分の1波長板と、該4分の1波長板の外側に配置された反射体を備えている、偏光変換素子を用いた偏光化機能付き面光源装置。

【請求項7】 前記導光板が光散乱導光体で構成され、該光散乱導光体の有効散乱照射パラメータ $E$  [ $\text{cm}^{-1}$ ]の値が $0.5 [\text{cm}^{-1}] \leq E \leq 50 [\text{cm}^{-1}]$ の範囲にあると共に、光散乱能を与える屈折率不均一構造の相関関数 $r(r)$ を $r(r) = \exp[-r/a]$  (但し、 $r$ は光散乱導光体内の2点間距離)で近似した時の相関距離 $a$  [ $\mu\text{m}$ ]の値が $0.06 [\mu\text{m}] \leq a \leq 35 [\mu\text{m}]$ の範囲にある、請求項6に記載された、偏光変換素子を用いた面光源装置。

【請求項8】 前記導光板が光散乱導光体で構成され、該光散乱導光体の有効散乱照射パラメータ $E$  [ $\text{cm}^{-1}$ ]の値が $2.77 [\text{cm}^{-1}] \leq E \leq 9.24 [\text{cm}^{-1}]$ の範囲にあると共に、光散乱能を与える屈折率不均一構造の相関関数 $r(r)$ を $r(r) = \exp[-r/a]$ （但し、 $r$ は光散乱導光体内の2点間距離）で近似した時の相関距離 $a$  [ $\mu\text{m}$ ]の値が $0.06 [\mu\text{m}] \leq a \leq 7 [\mu\text{m}]$ の範囲にある、請求項6に記載された偏光変換素子を用いた面光源装置。

【請求項9】 前記偏光分離手段の外側に照明光の優先伝播方向を修正するためのプリズムシートが配置されている請求項1～請求項8のいずれか1項に記載された、偏光変換素子を用いた偏光化機能付面光源装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、偏りの無い光から特定方向の偏りのある光束を生成する機能、あるいは偏りの乏しい光から偏りに富んだ光束を生成する機能（以下、両者併せて「偏光化機能」と呼ぶ。）を備えた面光源装置に関する。更に詳しく言えば、本発明は指向出射性の導光板と偏光変換素子とを組み合わせて用いたサイドライト型の偏光化機能付き面光源装置に関する。本発明に係る面光源装置は、偏りのある光束を必要とする任意の用途に適用され得るが、特に、液晶表示装置のバックライト光源に適用して有利なものである。

【0002】

【従来の技術】導光板の側方に冷陰極管のような光源素子を配置し、導光板面を発光面とするサイドライト型の面光源装置は、薄型の構成で比較的大きな断面積を持つ照明光束が得られるという特性を生かして、液晶ディスプレイのバックライトなどに広く用いられている。

【0003】特に、導光板として光散乱導光体（透明な光学材料の内部にマイクロな屈折率不均一構造を分布させて光散乱能を与えた光学要素）を用いた場合、より簡単な構造で光利用効率に優れたサイドライト型の面光源装置を構成することが出来る。また、透明な光学材料の内部にマイクロな屈折率不均一構造のサイズを過剰に小さくしない条件（例えば、 $0.06 [\mu\text{m}]$ を下回らなくする。）では、発光面から出射光束に明瞭な指向性を与えることが出来る。このような条件を満たす導光板を「指向出射性」の導光板と呼ぶこととする。なお、導光板が指向出射性を持つメカニズムは周知なので、ここでは詳細説明は省略する（詳しくは、例えば特開平7-198956号を参照）。

【0004】サイドライト型の面光源装置に使用される指向出射性の導光板としては、上記の光散乱導光体を用いたものの他に、透明な光学材料からなる導光板の表面に全反射を抑制するための微細な凹凸部を設けたものが知られている。このような凹凸部は、導光板の表面自体を微細な凹凸形状とする方法や、導光板の平滑な表面上

に透光性の微粒子を透光性の結合剤（バインダ）で固着する方法によって形成することが出来る。

【0005】このような指向出射性の導光板の発光面から出射される照明光の優先伝播方向（主たる伝播方向）は、一般に、発光面に立てた法線に対して $60^\circ \sim 80^\circ$ 程度傾斜している（理由と具体例は後述）。

【0006】良く知られているように、このような傾斜はプリズムシートを導光板の発光面側に配置することで修正可能である。プリズムシートの配置法には、そのプリズム面を内側（発光面側、以下同様。）に向けて配置する方法と、外側（発光面と反対側、以下同様。）に向けて配置する方法がある。

【0007】図1は、前者の配置法を採用した面光源装置の基本的な構成を見取図で示したものである。これを簡単に説明すると、符号1は楔形断面形状を有する導光板で、例えばポリメチルメタクリレート（PMMA）からなるマトリックス中に異屈折率物質を様に混入分散させた光散乱導光体からなる。導光板1の肉厚側の端面は光入射面2とされており、その近傍には光源素子（冷陰極管）Lが配置されている。

【0008】照明光は導光板1の一方の面（発光面）5から取り出され、符号4で示されたプリズムシートに入射する。導光板1の他方の面6（以下、「裏面」と言う。）は照明光の取出しには使用されず、光の散逸を防ぐ目的で正反射性の銀箔シートあるいは拡散反射性の白色シートからなる反射体3が配置される。

【0009】プリズムシート4は、斜面4a、4bからなるプリズム列を微細なピッチで多数形成し、他方の面を平坦面な光取出面4eとした透光性のシートで、材料としては通常ポリカーボネートなどのプラスチックが使用される。なお、描示の都合上、プリズムシート4と発光面5の間の間隔及びプリズムシートのに形成される繰り返しプリズム列のピッチは、本図以下において誇張して描かれている。面光源装置を液晶ディスプレイのバックライトとして使用する場合には、プリズムシート4の更に外側に公知の液晶表示パネルが配置される。

【0010】図1に示した面光源装置は、導光板1の厚さが光入射面2側から遠ざかるにつれて薄くなる傾向を持つ為に、導光板1内で起こる斜面繰り返し反射効果により、光の利用効率と輝度の均一性に関して優れた特性を有している。なお、このような導光板の形状に基づく効果の詳細については、特願平5-349478号に添付された明細書並びに図面などに記されている。

【0011】光源素子Lから導光板1内に送り込まれた光は、導光板1内で散乱作用や反射作用を受けながら肉厚側の端面7に向けて導光される過程で、徐々に発光面5から出射される。前述した通り、導光板1内に混入分散させる異屈折率粒子の粒径（一般には、屈折率不均一構造に関する相関距離）が余り小さくないという条件の下では、発光面5から出射される光は明瞭な優先伝播方

向5aを持ち、その傾斜角は、発光面5に立てた法線に対してはほぼ60度～80度の間にある。

【0012】優先伝播方向5aを持つ発光面5からの出射光は、プリズムシート4の内側面4a、4bから入射し、外側面(光取出面)4eからほぼ正面方向に出射される。プリズムシート4のプリズム面を外側に向けて配置した場合にも、類似した反射・屈折作用により、優先伝播方向を修正することが出来る。

【0013】以上の如き構成を採用することで、サイドライト型の面光源装置から明るく均一な照明光を希望する方向へ出射させるという技術課題は概ね解決済みであると言って良い。しかし、特願平6-72746号、特願平6-83717号に添付した各明細書の中で指摘したように、例えば液晶ディスプレイのバックライトへの適用を考えた場合、このような特性だけでは必ずしも満足出来ない。

【0014】即ち、周知の通り、液晶ディスプレイの液晶表示パネルには、所定方向に偏光成分のみの透過を許容する偏光板が液晶層を挟んで設けられている一方、上記従来構成の面光源装置で生成される照明光は偏り(偏光度)の乏しい通常光であるために、照明光の光エネルギーの約半分は液晶層の光入射側に配置された偏光子によって遮断されてしまい、液晶ディスプレイの表示に寄与することが出来ない。

【0015】そこで、本発明者らは、上記先行出願(特願平6-72746号、特願平6-83717号)で偏りのある照明光を生成ことの出来る面光源装置を提案した。これらの先行出願に係る面光源装置においては、導光板の発光面(光取出面)側に配置される透光性の偏光分離板と裏面側に配置される位相差板、複合プリズム面を有する偏光変換素子によって面光源装置に偏光化機能を付与することで、上記問題点に対処している。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】このような改良により、かなりの程度まで偏光化機能を面光源装置に与えることに成功したが、導光板の裏面側で偏光変換素子によって行なわれる偏光化に関して、未だ改善されなければならない余地が残されている。即ち、上記改良型の面光源装置では、偏光変換素子に対する入射角が大きく傾斜しているために、偏光変換素子の本来の偏光化機能が十分に発揮されない点に先ず問題がある。

【0017】これは、上記したように指向出射性の導光板の裏面から出射される光の優先伝播方向は、発光面から出射と同様、法線方向から大きく(60度～80度程度)傾斜している故に、偏光変換素子の平坦な光入射面への入射角も大きく傾斜することが避けられないからである。

【0018】また、複合プリズム面を有する偏光変換素子を用いた面光源装置では、この問題点に加えて、偏光変換素子に無効面(偏光化作用のない領域)が存在する

ことによる偏光化効率の低下や光損失も無視は出来ない。

【0019】そこで、本発明の基本的な目的は、光エネルギーの利用効率の低下を抑えながら、より高い効率で偏光化を達成出来るようにした偏光化機能付面光源装置を提供することにある。また、本発明は、そのことを通して、特に液晶表示装置のバックライトに有利に適用し得る偏光化機能付面光源装置を提供しようとするものである。

【0020】

【課題を解決するための手段】本発明は、楔形状断面を有する指向出射性の導光板と、該導光板の肉厚端面の近傍に配置された光供給手段と、導光板の発光面に沿って延在するように配置され、偏光成分に依存した反射特性を有する透光性の偏光分離手段と、導光板の発光面と相反する側の表面に沿って延在するように配置され、導光板の裏面からの出射光を偏向プリズム溝を形成した入出力面から入射させ、S偏光成分をP偏光成分に変換した後、入出力面から導光板の裏面に向けて出射させる偏光変換素子を用いて面光源装置を構成することで、上記課題を解決したものである。

【0021】偏光変換素子の入出力面に形成された偏向プリズム溝は、導光板の裏面からの出射光の伝播方向を前記偏光変換素子の厚み方向に転換させるためのものであり、偏向プリズム溝は導光板の光入射面の延在方向と平行に多数形成されている。

【0022】偏光変換素子は、その裏面側に、S偏光成分をP偏光成分に変換するための手段として、(1)導光板の光入射面の延在方向と45度傾斜した方向を向くように形成された多数の偏光変換プリズム溝、または、(2)S偏光成分をP偏光成分に変換するために偏光軸を導光板の光入射面の延在方向と45度傾斜した方向を向くように配向配置された4分の1波長板並びに該4分の1波長板の外側に配置された反射体を備えている。

【0023】導光板に光散乱導光体を使用する場合には、該光散乱導光体の有効散乱照射パラメータ $E [cm^{-1}]$ の値が $0.5 [cm^{-1}] \leq E \leq 50 [cm^{-1}]$ の範囲にあると共に、光散乱能を与える屈折率不均一構造の相関関数 $r(r)$ を $r(r) = \exp[-r/a]$ (但し、 $r$ は光散乱導光体内の2点間距離)で近似した時の相関距離 $a [\mu m]$ の値が $0.06 [\mu m] \leq a \leq 35 [\mu m]$ の範囲にあることが好ましい。また、通常サイズの液晶ディスプレイのバックライトへの適用を考えた場合には、 $2.77 [cm^{-1}] \leq E \leq 9.24 [cm^{-1}]$ の範囲にあると共に、 $0.06 [\mu m] \leq a \leq 7 [\mu m]$ の範囲にあることが特に好ましい。

【0024】照明光の優先伝播方向の修正が必要な場合には、偏光分離手段の外側に照明光の優先伝播方向を修正するためのプリズムシートが適宜配置されて良い。

【0025】なお、本発明に言う「楔形状断面を有する

導光板」は、断面形状が単一の楔形をなす導光板に限られるものではなく、2個の楔形を肉薄側で連結した形状（連結楔形状）をなす導光板をも含んでいる。その場合、「肉厚端面」は2つ存在し、光供給手段も各肉厚端面の近傍に配置され、いわゆる両灯式（二灯式とも言う）の形態をとる。

【0026】

【作用】本発明の面光源装置においては、指向出射性の導光板、偏光成分に依存した反射特性を有する偏光分離手段並びに偏向プリズム面を備えた偏光変換素子を組み合わせる構成によりリサイクル的な偏光化プロセスが高效率で達成される。従って、高いエネルギー利用効率を以て偏光化された照明光の生成が可能になる。

【0027】また、その出射光束に明瞭な指向性が保存されているから、プリズム作用を利用したプリズムシートを付加的に利用することによって、所望の方向に伝播する偏光化光束を生成させることが出来る。このような特性は、液晶表示装置のバックライトとして用いた際に極めて有利であり、液晶ディスプレイの表示品位を格段に向上させ、省電力性を大幅に改善させる。

【0028】

【発明の実施の形態】本発明は、入射角調整用の偏向プリズム溝を形成した入出力面を備えた偏光変換素子を導光板の裏面側に配置した点に基本的な特徴がある。そして、本発明では、このような偏光変換素子として2種類の特徴ある形態を提案している。偏光変換素子の第1の形態では、「傾斜プリズム溝の内部反射」が偏光変換に利用される。また、第2の形態では、「位相差板（4分の1波長板）内部の往復伝播時の偏光成分間の位相差（レターデーション）」が偏光変換に利用される。

【0029】そこで、本明細書では、先ず第1の形態の偏光変換素子を用いた第1の実施形態について、面光源装置の全体を説明し、次いで、第2の形態の偏光変換素子を用いた第2の実施形態について第2の形態の偏光変換素子に関連した部分を中心に説明することにする。

【0030】図2は本発明の第1の実施形態に係る面光源装置の概略構造を断面図で表わしたものである。この面光源装置は、図1に示した従来構造を改良し、効率的な偏光化機能が発揮されるようにしたものであり、両者に共通した要素については、適宜同じ符号で指示した。

【0031】同図において、符号1は楔形断面形状を有する指向出射性の光散乱導光体からなる導光板を表わしており、ここではその材料としてポリメチルメタクリレート（PMMA；屈折率1.492）中にシリコン系樹脂材料粒子（東芝シリコン製；トスパール120、屈折率=1.4345）を0.01wt%の割合で一様に分散させたものが使用されている。

【0032】一般には、指向出射性の導光板1に光散乱導光体を使用する場合、有効散乱照射パラメータEの値が0.5[cm<sup>-1</sup>]～50[cm<sup>-1</sup>]の範囲にあることが好

ましい。

【0033】また、導光板1に十分な指向性を与えるために好ましい範囲は、デバイの散乱理論に言う相関距離aの値が、0.06[μm]以上である。指向性の観点からは、相関距離aの上限は特に無いが、実際的な一つの値として35[μm]を挙げることが出来る。なお、有効散乱照射パラメータE、相関距離aについては、後に補足説明を行なう。

【0034】導光板1のサイズは、光源素子L側から見た奥行方向（図中左右方向）の長さが180mm、幅が135mmとし、厚さを光入射面2側の端部で2.5mm、末端部7で0.5mmとした。なお、導光板1に楔形のものを使用する場合、発光面5と裏面6のなす角度は、0.5度～6度程度とすることが实际的である。

【0035】光源素子1としては、直径2.4mmの直管形の冷陰極管（以下、単に「ランプL」と言う。）を使用し、入射面2から1mm離して配置した。このランプLから右方に向かって光を入射させ、発光面5から指向性の光を取り出す配置とした。また、符号Rは入射面2からの入射光量を高める為に適宜配置される反射体で、ここでは銀箔製シートRが光源Lを背後側から取り囲むように配置されている。

【0036】導光板1の裏面6側には、薄い空気層AR1を挟んで、両面プリズム型の偏光変換素子10が配置されている。この偏光変換素子10は、導光板1の裏面6から出射される光を入力光として受け入れ、偏光変換された出力光を導光板1の裏面6へ向けて再帰させる機能を有する機能素子で、その構造及び作用の詳細については後述する。

【0037】一方、空気層AR2を挟んで導光板1の発光面5と対向する位置には偏光分離板8が配置され、更にその外側には空気層AR2を挟んでプリズムシート4が配置されている。符号4eは、プリズムシート4の光取出面であり、面光源装置としての光出射面でもある。この面光源装置を液晶表示装置のバックライト光源として使用する場合には、プリズムシート4の更に外側に液晶表示パネルが配置される。

【0038】偏光分離板8は偏光成分（P偏光成分とS偏光成分）による反射率の差を利用してP偏光成分とS偏光成分を分離する素子である。偏光分離板8には、いくつかの種類があるが、ここでは先ず透明な光学材料からなる板状体（光学ガラス；BK-7[屈折率1.5163]、厚さ1mm）を使用した場合について説明する。空気層AR2の屈折率n0=1として、偏光分離板8のブリュースター角の値は56.60度となる。なお、偏光分離板8の他の例については後述する。

【0039】以下、このような概略構成を持つ面光源装置について、更に細部の構成と機能について説明する。説明の都合上、記述を次の二つの部分に分ける。

I. 偏光分離板8と導光板1の作用に基づいた偏光化機



能並びにプリズムシートの光出射方向修正機能

I 1. 偏光変換素子10の構造と機能。

【0040】[I] 偏光分離板8と導光板1の作用に基づいた偏光化機能並びにプリズムシートの光出射方向修正機能

図2において、光源Lの放射光及び反射体Rからの反射光は、光入射面2から導光板1の内部に進入し、導光板1内部の屈折率不均一構造（ここでは、異屈折率粒子）による散乱を受けながら、導光板1の末端部7に向けて導光される。その過程において発光面5から徐々に指向性の光が出射される。前述したように、指向性の中心角度（代表光線C0の出射角）は一般には発光面5に立てた法線H0から測って約60度～の80度程度の範囲にある。本例では65前後の方向に強い出射光が得られるので、発光面5からの出射光を代表する代表光線C0の出射角 $\phi=65$ 度とする。

【0041】図3は、代表光線C0を用いて偏光分離板8の偏光化機能について説明する図である。同図に示したように、導光板1の発光面5から出射された代表光線C0は、空気層AR2を直進して偏光分離板8の下面8aに入射し、偏光分離板8内に進入する光線C1と反射して再び導光板1に向かう光線C2に分割される。光線C1は面8aで屈折し、偏光分離板8内を直進し、偏光分離板8の上面8bに至り、外部出射光線C3と内部反射光線C4に分割される。内部反射光線C4は更に下面8aに戻り、再度内部反射光線C7と空気層AR2へ進む光線C8に分割される。内部反射光線C7は上面8bで、再度外部出射光線C9と内部反射光線C10に分割される。以下、内部反射光線は同様の過程を繰り返す。

【0042】これに対して、空気層AR2を導光板1へ向かって直進する光線C2及びC8は、発光面5で導光板1内に再入射する光線C11、C13と反射光線C12、C14に分割される。反射光線C12、C14は再度偏光分離板8へ向い、C0と同様の経路を辿る。

【0043】このような多重反射／透過のプロセスを通して、光線C0の光エネルギーも各界面5、8a、8bにおいて反射光線と透過光線に分割・分配されるが、その分配割合はP偏光成分とS偏光成分とで大きく異なっている。また、偏光分離板8を構成する厚さ1mmのBK-7板の内部光線透過率は99.9%以上であり、その吸収損失は無視出来る程小さい。そこで、光線C0をP偏光成分のエネルギーとS偏光成分のエネルギーを100づつ等量に有する偏光度0の自然光とした場合の各光線C1～C14の偏光成分別エネルギー量を計算し、その結果を図中に併記した。

【0044】例えば、光線C0がC1とC2と分割される際には、P偏光成分の透過率は極めて高く98.8%を示すが、S偏光成分の透過率は76.6%しかない。従って、光線C2は殆どS偏光成分のみに偏光した光となっている。即ち、BK-7のブリュースター角56.

60度から10度程度ずれた範囲では、近似的にブリュースター角条件が満たされていると言うことができ、反射光線C2のS偏光率は極めて高い（もし、C0の入射角がブリュースター角56.60度に一致すれば、反射光線C2のS偏光率は当然100%となる）。

【0045】光線C1が偏光分離板8の上面8bに入射した際の偏光成分別反射率も、P偏光成分1.2%、S偏光成分23.4%となる。従って、外部に出射される光線C3の偏光成分別エネルギー量はP偏光成分97.

6、S偏光成分58.7であり、相当程度の偏光度を有していることが判る。同様の計算をC4以下について行なった値は図中に示されている。それらの数値から明かな如く、光線分割が繰り返されるにつれて、P、S各偏光成分のエネルギー量が急激に減少するので、図3に示した光線C3とC9から近似的に外部出射光の偏光成分別エネルギー量を見積ると、P偏光成分=97.6、S偏光成分=61.9となる。

【0046】このように、図3に示された光線のみを考慮した場合でも、相当程度に偏光化された出射光束が得られていることが判るが、偏光分離板8から導光板に戻される光（以下、戻り光と言う。）が再利用されるプロセスにより、偏光化機能が更に強化される。

【0047】図3の例で言えば、光線C11とC13に付記された数値に示したように、戻り光はほぼ完全にS偏光となっている。この戻り光は、導光板1による散乱、反射作用や後述する偏光変換素子10による偏光化のプロセスを経た上で、その多くの部分が発光面5から出射される。その際の出射指向性を考察してみると、入射面2から入射した場合程ではないが、全体としては図3で右方に向かう弱い指向性は保存されていると考えられる。従って、この発光面5からの再出射光の挙動も上記説明した代表光線C0の挙動とある程度類似したものと考えられる。

【0048】ところで、大半がS偏光成分からなる光線C11（S偏光成分18.2）やC13（S偏光成分10.6）は、導光板内で上記散乱、反射等のプロセスを経ることによってその偏光方向が乱されることになる。これを偏光スクランブル効果と呼ぶことにすると、この偏光スクランブル効果により、C11あるいはC13に由来する発光面5からの出射光のS偏光度はかなり低下させられる。

【0049】もし、偏光スクランブル効果が完全であり、無損失で発光面5から再出射されると仮定すれば、そのエネルギー量は、C11由来分についてP偏光成分9.1、S偏光成分9.1であり、C13由来分については、P偏光成分5.3、S偏光成分5.3となる。

【0050】両者を加算すると、P偏光成分=14.4、S偏光成分=14.4となる。この光がC0と同様の履歴を経るものとすれば、 $(14.4/100) \times 97.6 = 14.1$ のエネルギー量が偏光分離板8の上面8

bからの出射光束のP偏光成分に加算される。従って、このモデルから近似的に評価される最終的なP偏光成分エネルギー量は $97.6 + 14.1 = 111.7$ となる。また、S偏光成分エネルギー量は $61.9 + (61.9 / 100) \times 14.1 = 70.6$ となる。

【0051】即ち、導光板1の発光面5から出射された光束の一部がS偏光化されて戻り光となり、その少なくとも一部が導光板1内で無偏光化されて導光板1の発光面5から再出射され、再度偏光分離板によるS偏光排除作用を受けるといふ、リサイクル的な偏光化過程が取り入れられている。それ故、上記事例で説明した如く、少なくとも原理的には、自然光に含まれるP偏光成分を100%以上に増幅する作用を果たさせることも可能である。

【0052】このようなP偏光成分の富化作用は、後述する偏光変換素子10の偏光変換作用によって更に強化される。なお、上記第1の実施形態の説明では導光板1の(初回の)出射光を出射角65度のC0で代表させたが、出射角の条件が多少変化したとしても現象の本質は殆ど変化しない。図4は、これを理解する為のグラフで、横軸にBK-7板への入射角(=発光面5からの出射角)をとり、縦軸にP、S各偏光成分の1回透過の透過率(8bからの全出射エネルギー/8aへの全入射エネルギー; 戻り光の再入射は考えない。)をとったものである。

【0053】グラフから判るように、65度~80度のほぼ全域に亘ってP偏光成分の透過率は高い値を示し、且つ、S偏光成分の透過率を約20%以上上回っている。従って、発光面5からの出射光束の伝播方向に多少の拡がりがあるはずれがあっても、上記説明の本質的な部分に変更を要しないことは明らかである。

【0054】ところで、上記偏光化のプロセスの説明からも判るように、代表光線C0の大きな出射角(上記例では、65度)で特徴付けられる出射光の指向性は、偏光分離手段8からの出射光についても強く残っている。そこで、正面方向あるいはこれに近い方向に光を出射する面光源装置が求められる場合には、偏光分離手段8からの出射光について優先伝播方向を修正する必要がある。

【0055】偏光分離板8の外側に配置されるプリズムシート4は、このような要求が生じた時に使用されるもので、プリズム作用を通して偏光分離板8の光出射面8bから出射される指向性の光束の伝播方向を正面方向に修正する機能を有している。以下、図5(A)、(B)を参照図に加えて、このプリズムシートの光出射方向修正機能について説明する。

【0056】図5(A)は、プリズムシートの典型的な構造と配置を説明する図、図5(B)は変形型の配置を示したものであり、両図は図2、図3に示した配置における偏光分離板及びプリズムシートの周辺部分を抽出拡

大した断面図に、光線C3、C9の追跡経路を併記した形で提示されている。両図において、プリズムシート4、4'は、例えばポリカーボネート(PC; 屈折率 $n_{pr} = 1.59$ )のような光学材料からなり、一方の面に多数のプリズム面4a、4b(頂角 $\theta_{pr}$ )あるいは4'a、4'b(頂角 $\theta'_{pr}$ )が形成されている。プリズムシート4、4'は、そのプリズム形成面を図5(A)のように光入射面とするか、逆に図5(B)のように光取出面として使用する。

【0057】先ず、図5(A)において、偏光分離板8の光取出面8bに対して65度の出射角で出射されるように描かれているC3、C9は、前記の図3の関連説明から、前記代表光線C0に由来して偏光分離板8から出射される光束を近似的に代表しているものと考えることが出来る。これら代表光線C3、C9は、空気層9(屈折率 $n_0 = 1.0$ )を直進した後、プリズムシート4のプリズム面4aに垂直に近い角度で入射する。

【0058】プリズム面4aと相反する側のプリズム面4bに入射する光量の割合は相対的に小さいと考えて良いから、代表光線C3、C9はプリズム面4bまでほぼ直進して正反射され、プリズムシート4の平坦な光取出面4eに対して垂直に近い角度で入射し、該面4eから垂直方向に近い角度で出射する照明光束Dとなる。

【0059】入射側のプリズム面4aの傾斜角 $\theta_a$ を、光束C3、C9がほぼ垂直に入射するように設定すると共に(ここでは $\theta_a = 25$ 度)、他方のプリズム面4bの傾斜角 $\theta_b$ を内部反射光が平坦な光取出面4eにほぼ垂直に入射するように設定すれば(ここでは $\theta_b = 65$ 度/2 = 2.5度)、照明光束Dの方向を垂直方向により正確に一致させることが出来る。このように、プリズム面の形成角度を適当に選択することを通して、照明光束Dの方向特性を調整することが可能である。

【0060】次に、図5(B)では、プリズムシート4'をそのプリズム面4'a、4'bが外側に向く配置とした場合について、代表光線C3、C9の挙動が断面図で描かれている。図5(A)の場合と同様に、代表光線C3、C9は、空気層AR2(屈折率 $n_0 = 1.0$ )を直進した後、プリズムシート4'の平坦面4'cに対して傾斜した角度で入射し、上方に向けて屈折され、その大半は反対側のプリズム面4'a、4'bから垂直に近い角度で照明光束D'として出射される。プリズムシート4'を構成する材料の屈折率やプリズム面4'a、4'bの傾斜角 $\theta_a'$ 、 $\theta_b'$ の値によっては、プリズム面4'aから一旦空気中に出射された上で対向するプリズム面4'bで正反射されて正面方向へ向かう光路が利用される場合もある。

【0061】このように、図2の配置に、図5(A)、(B)いずれの配置を適用した場合にも、偏光分離板8からの出射光の方向特性やプリズムシートを構成する材料と関連させて各プリズム面の傾斜角等を適当に選択す



ることにより、相当程度の範囲に互って光の出射方向を制御出来る。

【0062】なお、プリズムシート4、4'は、図示したように列状にプリズム面が形成されたものに限らず、他の型のものを使用しても良い。例えば、3角錐状あるいはドーム状の突起群を分布させたフィルム、かまぼこ形断面を有する列状凸部を有する板状素子等が考えられる。また、複数枚重ねて使用することも可能である。

【0063】偏光分離板8の形態についても、上記説明したような単一の透明板以外に種々のものがあり、本発明ではいずれの型のものを使用しても構わない。ここで、他の型の偏光分離板のいくつかの例について述べておく（詳しくは、前記先行出願、特願平6-72746号、特願平6-83717号に添付された明細書及び図面を参照）。

【0064】(1)上記説明したような透明板を2枚以上重ねて配置する形態。例えば、2枚の板厚1mmのP MMA（ポリメチルメタクリレート；屈折率1.492、プリースター角=56.17度；内部透過の吸収損失は0.01%以下で、BK-7の場合と同様、無視出来る。）の板状部材を適当なスペーサを挟んで0.5mm離隔配置したものを偏光分離板8として使用する。

【0065】(2)偏光分離板の断面形状（特に、光入射面）を波形として、光入射時のプリースター角条件の満足度をより向上させるよう工夫を加えた形態。

【0066】(3)偏光分離板として異屈折率材料からなる多層膜を利用する形態。本形態については、図6を参照して偏光分離機能をやや詳しく説明しておく。

【0067】図6は、図3と同様の形式で、多層膜を利用した偏光分離板の機能を説明する図である。但し、本例では導光板1からの出射光の出射角がやや高角度側（寝た方向）にずれた場合を想定し、70度の出射角を持つ代表光線D0で代表される状態にあるものとして説明を行なう（優先伝播方向は、導光板1の基材の屈折率や相関距離aの値等によって多少の変動があることに注意）。

【0068】多層膜型偏光分離板は、各隣り合う層の材料に屈折率の異なる透明材料を使用するという条件で、数層（原理的には最低2層）～数10層の薄膜を積層形成した構造を有する。図6にはその3層分の断面と代表光線D0の主要光路が示されている。

【0069】多層膜型偏光分離板18は、入射側から順に二酸化チタン（ $\text{TiO}_2$ ；屈折率 $n_1=2.3$ ）層181、二酸化珪素（ $\text{SiO}_2$ ；屈折率 $n_2=1.46$ ）層182、二酸化チタン（ $\text{TiO}_2$ ；屈折率 $n_3=n_1=2.3$ ）層183で構成されており、以下、総層数に合わせて二酸化チタン層と二酸化珪素層が交互に積層された構造を有している。屈折率が更に異なる材料の層を積層させることもあり得る（例えば、二酸化ジルコニウム $\text{ZrO}_2$ 、一般の酸化数を持った酸化チタン $\text{TiO}_x$

の層）。

【0070】このような多層膜型の偏光分離板18の偏光分離原理は、異屈折率材料間に形成される界面におけるS偏光成分とP偏光成分の反射特性の違いを利用したものであり、その点では、前述の(1)、(2)の型の偏光分離板手段と共通している。

【0071】図6に描かれているように、導光板1からの出射光束を代表する代表光線D0が、空気層AR2（屈折率 $n_0=1.0$ ）からS偏光成分 $I_s=100$ 、P偏光成分 $I_p=100$ の相対強度を以て第1層181に入射すると、層181の内部へ進入する光線D1と反射光線D2が生じる。

【0072】その際の反射率は、S偏光成分については $R_s=51.8\%$ であるが、P偏光成分については $R_p=0.55\%$ と極めて小さい。即ち、S偏光成分は半分程度しか第1層181内に進入出来ないが、P偏光成分についてはほぼその全量が界面を通過して第1層181内に進入する。

【0073】この光線D2が第2層との界面に到達すると、再び光線D3とD4に分岐する。その際の反射率は、 $R_s$ （S偏光成分）=9.3%、 $R_p$ （P偏光成分）=1.9%である。即ち、S偏光成分の9割程度が第2層182内に進入する一方、P偏光成分についてはその大半が界面を通過して第2層182内に進入することになる。

【0074】同様に、第2層182と第3層183の界面においては、D5とD6の分岐が起こり、その際の反射率は $R_s$ （S偏光成分）=9.3%、 $R_p$ （P偏光成分）=1.9%となる。

【0075】このように、各界面に遭遇する度にP偏光成分の大部分が次層へ伝播されていくのに対し、S偏光成分の相当部分が排除されていくという現象が起る。多重反射及び吸収損失の効果は小さいとして、本事例における第3層進入時の偏光成分の見積りを行なうと、S偏光成分； $I_s=39.7$ 、P偏光成分； $I_p=95.7$ という値が計算される。層数が更に増えれば、各数値 $I_s$ 、 $I_p$ は等比数列的に減少すると考えられる。

【0076】その際の平均的な公比を $r_s$ （S偏光成分）、 $r_p$ （P偏光成分）とすれば、 $r_s < r_p$ であり、 $r_p$ は1を僅かに下回る程度となる。従って、多層膜型偏光分離板18を構成する層の総数が多い程P偏光成分の「純度」は高くなると考えられる。このような傾向は、代表光線D0の出射角が70度である場合に限らず、相当幅広い角度条件の下で成り立つものである。

【0077】図7は、これを実証するデータの一例を表わすグラフである。本グラフは、厚さ1mmの光学ガラス板BK-7（屈折率1.5163）上に、 $\text{TiO}_x$ （屈折率2.3前後）、 $\text{SiO}_2$ （屈折率1.46）及び $\text{ZrO}_2$ （屈折率2.0）からなる多層膜を真空蒸着により形成した偏光分離板について、日立製作所製の分

光光度計U-3200を用い、偏光分離機能を入射角度を55度~70度まで変えながら測定した結果を示したものである。

【0078】このグラフから容易に読み取れるように、可視光の全域に亘って高い偏光分離機能が発揮されることが判る。また、入射角が大きい方が偏光分離機能が高いという傾向があるものの、代表光線D0の層181への入射角が70度から10度程度ぶれたとしても、各界面におけるP偏光成分の透過率は100%に近いままである。そして、S偏光成分の透過率はP偏光成分の透過率を一貫して下回っている。このことから、多層膜型の偏光分離板のP偏光成分純化機能が特殊な条件下だけで成立するものではないことが判る。

【0079】なお、本例においても、先に説明したと同様の戻り光に対する偏光スクランブル効果と次に述べる偏光変換作用により、導光板1からの再出射によるP偏光成分の増強作用が発揮されることや、多層膜型偏光分離板18の後段にプリズムシート4を配置することによって光出射方向の修正を行えるということは言うまでもない。

【0080】[I I] 偏光変換素子10（第1の形態；傾斜プリズム溝の内面反射で偏光変換）の構造と機能  
上記[I]の項で説明したように、偏光分離板8と導光板1の協働的な作用によって照明光の偏光化がかなりの程度達成される。しかし、更に詳しい考察を行なうと、未だ相当の改善の余地が残されていることが判る。即ち、上記説明の中でも明らかにしたように、戻り光中に多く含まれるS偏光成分のP偏光成分への変換は、導光板1の偏光スクランブル効果に依存しているため必ずしも十分ではない。特に、昨今の面光源装置の薄型化のニーズに応えようとした場合、強いスクランブル効果を期待することには出来ない。

【0081】導光板1の裏面6に沿って配置される偏光変換素子10は、このような状況を克服する手段を与えるものであり、導光板1の裏面6を透過する光について、そのS偏光成分を高い効率でP偏光成分に変換する機能を有している。以下、図2に示した実施形態で使用される第1の形態の偏光変換素子10について、その構造と機能を詳しく説明する。

【0082】図2に略記されているように、この偏光変換素子10は表裏両面11、12がプリズム面とされているが、両プリズム面11、12を形成する多数の平行プリズム溝の配向方向は平行でなく、互いに斜交している。図8は、偏光変換素子10を導光板1の側から見た時のプリズム溝の配向方向を示した図である。同図において、実線で描かれているのが裏面6に向き合う入出力面11に形成された偏向プリズム溝である。偏向プリズム溝は、ランプLの延在方向（即ち、導光板1の光入射面2の延在方向）と平行な向きに配向している。

【0083】一方、破線で描かれているのが偏光変換を

達成するための偏光変換プリズム溝であり、入出力面と反対側の面（裏面）12に形成される。偏光変換プリズム溝は、ランプLの延在方向（即ち、導光板1の光入射面2の延在方向）に対して±45度（対称性のため、傾斜の向きは±いずれも可）で傾斜して形成されている。なお、図8では、各プリズム溝の本数は大幅に減じて示した。

【0084】次に、偏光変換素子10の入出力面に形成された偏向プリズム溝の偏向作用並びに裏面側に形成された偏光変換プリズム溝の偏光変換作用について、図9及び図10を参照して説明する。先ず、図9は偏光変換素子10の断面を局所的に抽出指示し、更に代表光線L1の光路と偏向変換過程の概略を透視的に併記したものである。偏光変換素子10は導光板1の裏面からの出射光に多く含まれるS偏光成分をP偏光に変換するためのものであるから、代表光線L1としては出射角 $\beta 1$ で裏面6から出射されたS偏光光線L1を考える。出射角 $\beta 1$ は、発光面5からの出射時とほぼ同じで、一般に60度~80度の間にある。

【0085】光線L1は空気層AR1を直進し、偏向プリズム溝の一方のプリズム面（有効面）101から偏光変換素子10内に入射し、対向するプリズム面102の内面で反射され（通常は全反射）、偏光変換素子10の厚み方向に方向転換される（符号121で表示）。そして、斜め45度に形成された偏光変換プリズム溝の一方のプリズム面111に入射し、図中、斜め45度向こう向き（または斜め45度手前向き）に方向転換される（符号122で表示）。

【0086】光線L1は更に対向するプリズム面112で反射され（通常は全反射）、偏向プリズム溝の一方のプリズム面101の内面で反射され（通常は全反射）、対向するプリズム面112から空気層AR1に脱出する。脱出した光線L1'で代表される出力光は裏面6から再度導光板2に戻る。

【0087】偏向プリズム溝のプリズム頂角 $\beta 2$ は、光路121が偏光変換素子10の延在方向（導光板1の裏面6の延在方向）と垂直になるように選ばれる。この条件で選ばれるプリズム頂角 $\beta 2$ の値は、例えば、65度程度になる。なお、プリズム面101、102の傾斜角は必ずしも等しく設計される必要はない（プリズム溝の形状は対称、非対称いずれも可）。これに対して、偏光変換プリズム溝のプリズム頂角は、90度とされ、プリズム面111、112の傾斜角は45度とされる（プリズム溝の形状は対称）。

【0088】偏光変換素子10の表裏を往復するこの過程で、S偏光はほぼ100%の効率でP偏光に変換される。即ち、代表光線L1は符号121の光路までのS偏光状態から、光路122のP、S偏光の中間状態を経て、光路122以後はP偏光となる。

【0089】なお、実際には代表光線L1とは伝播方向

の大きく異なる光もある程度は偏光変換素子10に入射して来る。そのような光は、プリズム面111、112を透過して散逸し、わずかではあるが光損失の原因となる。符号3(図2では記載省略)はこのような透過光の散逸による光損失を防止するために適宜設けられる反射体(例えば、銀箔)である。

【0090】図10は、偏光変換過程を更に詳しく説明するために、偏光変換素子10の裏面に形成された偏光変換用のプリズム溝の一部(便宜上、「単位ユニット」と言う。)を斜視的に拡大描示し、図9における光路121~123について偏光状態を併記したものである。

【0091】同図において、偏光変換用の単位ユニットは直角二等辺三角柱ABCDEFで表わされており、面ABEF、CDFEが各々プリズム面111、112に対応している。従って、EFが偏光変換プリズム溝の延在方向を表わしている。図8に示したように、このプリズム溝の延在方向は、入出力面側の偏向プリズム溝の延在方向(ランプ平行方向)に対して45度傾斜している。

【0092】導光板1の裏面6から出射される光には、多くのS偏光成分が含まれ、その偏光面は辺EFの方向と45度をなしていると考えられる。そこで、ここでは代表光線L1は、そのような方向(矢印S1で表示)の偏光面を持つ直線偏光であるとする。また、プリズム面の対称性などを考慮すれば、代表光線L1は面ABCD上の任意の点R0を通過して面ABCDを垂直に通過するものを1本考えれば十分である。

【0093】代表光線L1は、点R0からプリズム面ABEFに向い、点R1で反射後、90度伝播方向を変えて光路122をとる。点R1における反射は空気層との界面の高屈折率媒質側からの反射であり、通常の条件(偏光変換素子10の屈折率1.49~1.60程度)では全反射となる。そして、この反射(全反射)に際して偏光面がねじられ、矢印S2で示した方向の偏光面を持つ直線偏光となる。

【0094】光線L1は更に、プリズム面CDFEに向い、点R2で反射後、90度伝播方向を変えて光路123をとり、入出力面へ向かう。光路123は光路121と平行で、向きは反対である。点R2における反射も、点R1における反射と同様に通常の条件では全反射となる。また、この反射(全反射)に際して偏光面が更にねじられ、矢印S3で示した方向の偏光面を持つ直線偏光となる。

【0095】このように、偏光変換プリズム溝を形成した面における内部反射の過程を通して、S偏光光線L1で代表される入力光は、90度偏光面をねじられて、P偏光光線L1'に変換される。アルファベット" G "形のパターン100、100'、100"はこの偏光面のねじれの進行過程を表現したものである。一旦、偏光変換された光線L1'の偏光面は、偏向プリズム溝のプリズム

面101、102の反射、透過時には保存されるから、P偏光化された光線L1'が裏面6から導光板1に再入射することになる。

【0096】これにより、導光板1内ではS偏光成分の割合が低下する。それに応じて発光面3から出射される光に含まれるP偏光成分の割合が増し、偏光分離板8、プリズムシート4を通過して照明光となるP偏光の光量が増大する。即ち、偏光変換素子10には、偏光分離板8から導光板1への戻り光に多く含まれるS偏光成分の相当部分(裏面6から出射された部分)をP偏光化してから照明光として取り出すプロセス(P偏光化リサイクルプロセス)を促進する顕著な作用がある。

【0097】ここで、注目すべきことは、導光板1の裏面からの出射光のほぼ全量が有効に偏光変換素子10に入射して偏光変換作用を受けるために、偏光変換の効率が高いだけでなく、入出力面、偏光変換面いずれにおいても光エネルギーの損失が非常に小さいことである(特願平6-72746号、特願平6-83717号に係る発明との相違)。

【0098】次に、図11を参照して、本発明の第2の実施形態について説明する。図11は、第2の実施形態に係る面光源装置の概略構造を図2と同様の形式で表わした断面図である。既述した通り、この第2の実施形態は、「位相差板(4分の1波長板)内部の往復伝播時に発生する偏光成分間の位相差(レターデーション)」を偏光変換に利用した偏光変換素子を使用した点に特徴がある。

【0099】そして、図11に示した第2の実施形態の面光源装置では、第1の形態の偏光変換素子10に代えて第2の形態の偏光変換素子50を使用した点を除き、導光板1、偏光分離板8、プリズムシート4の構造、配置など、すべて図2に示した第1の実施形態の面光源装置と共通のものとした。従って、前記第1の実施形態に関する記述は、偏光変換素子の詳細記述を除き本実施形態についても適用され得るものである。それ故、ここでは前記項【II】に代わる項として下記の項【II'】を設け、偏光変換素子50に関連した説明のみを行い、他の部分の繰り返し説明は省略する。

【0100】【II'】偏光変換素子50(第2の形態;位相差板(4分の1波長板)内部の往復伝播時に発生する偏光成分間の位相差で偏光変換)の構造と機能 図11に示したように、第2の実施形態において導光板1の裏面6に沿って配置される偏光変換素子50は、第1の実施形態の場合と同じく、導光板1の裏面6を透過する光に多く含まれるS偏光成分を高い効率でP偏光成分に変換する機能を有している。図11に略記されているように、この偏光変換素子50の入出力面は、第1の実施形態の場合と同様に多数の偏向プリズム溝を形成したプリズム面とされる。

【0101】一方、偏光変換素子50の裏面側には、反

射板（あるいは反射層。以下、同じ。）53で覆われた4分の1波長板52が設けられている。4分の1波長板52は周知の構造と機能を有するもので、反射板53と対をなすことで往復光路を用いた2分の1波長板として機能する。波長板52の光学軸は、入出力面側の偏向プリズム溝の延在方向に対して $\pm 45$ 度傾斜している。

【0102】図12は、偏光変換素子50を導光板1の側から見た時のプリズム溝並びに光学軸の配向方向を図8と同様の形式で示したものである。同図において、実線で描かれているのが入出力時に光の伝播方向を偏向する偏向プリズム溝である。偏向プリズム溝は、導光板1の裏面6に向き合う面に形成される、ランプLの延在方向（即ち、導光板1の光入射面2の延在方向）と平行な向きに配向している。

【0103】一方、偏光変換を行なうための4分の1波長板52は、その光学軸の方向が、破線で表示したようにランプLの延在方向（即ち、導光板1の光入射面2の延在方向）に対して $\pm 45$ 度傾斜した方向を持つように配置される（対称性のため、傾斜の向きは $\pm$ いずれも可）。

【0104】次に、偏光変換素子50の入出力面に形成された偏向プリズム溝の偏向作用並びに4分の1波長板による偏光変換作用について、図13を参照して説明する。図13は、偏光変換素子50の断面を局所的に抽出描示し、更に代表光線L1の光路と偏向変換過程の概略を透視的に併記したものである。代表光線L1としては、偏光変換素子50の場合と同じく出射角 $\beta 1$ で裏面6から出射されたS偏光光線L1を考える。出射角 $\beta 1$ は、発光面5からの出射時とほぼ同じであり、一般に60度～80度の間にある。

【0105】入出力面51に形成された偏向プリズム溝の偏向作用並びに4分の1波長板による偏光変換作用について、図13を参照して説明する。入出力面51に形成された偏向プリズム溝の偏向作用は、偏光変換素子50の場合と同様である。

【0106】即ち、光線L1は空気層AR1を直進し、偏向プリズム溝の一方のプリズム面（有効面）501から偏光変換素子50内に入射し、対向するプリズム面502の内面で反射され（通常は全反射）、偏光変換素子50の厚み方向に方向転換される（符号521で表示）。そして、4分の1波長板52に入射し（符号522で表示）、反射板53との界面で反射され180度方向転換される（符号523で表示）。

【0107】光線L1は再度プリズム面502で反射され（通常は全反射）、偏向プリズム入射時と同じプリズム面501から空気層AR1に脱出する。脱出した光線L1'で代表される出力光は裏面6から再度導光板2に戻る。

【0108】偏向プリズム溝のプリズム頂角 $\beta 3$ は、光路521が偏光変換素子50の延在方向（導光板1の裏

面6の延在方向）と垂直になるように選ばれる。この条件で選ばれるプリズム頂角 $\beta 3$ の値は、例えば、65度程度になる。なお、プリズム面501、502の傾斜角は必ずしも等しくなくとも良い（プリズム溝の形状は、対称、非対称いずれも可）。

【0109】偏光変換素子50の表裏を往復するこの過程で、S偏光はほぼ100%の効率でP偏光に変換される。即ち、4分の1波長板52への入射後の光路522において、光路521までのS偏光状態からP偏光状態への変換が進み、光路523以後はほぼ完全なP偏光となる。一旦、偏光変換された光線L1'の偏光面は、偏向プリズム溝のプリズム面501、502の反射、透過時には保存されるから、P偏光化された光線L1'が裏面6から導光板1に再入射することになる。

【0110】これにより、第1の実施形態の場合と同じく、導光板1内のS偏光成分の割合が低下し（50%に近づく方向）、発光面3から出射される光のP偏光成分が増し、それに応じて偏光分離板8、プリズムシート4を通して照明光となるP偏光成分が増大する。即ち、偏光変換素子50は、偏光分離8から導光板1への戻り光に多く含まれるS偏光成分の相当部分（裏面6から出射された部分）をP偏光化して照明光に再利用し易くする顕著な働きがある。

【0111】そして、偏光変換素子10を使用した第1の実施形態と同様、導光板1の裏面からの出射光のほぼ全量が有効に偏光変換素子10に入射して偏光変換作用を受けるために、偏光変換の効率が高いだけでなく、入出力面、偏光変換面いずれにおいても光エネルギーの損失が非常に小さいことである（特願平6-72746号、特願平6-83717号に係る発明との相違）。

【0112】ところで、既に触れたように、本発明の偏光化機能付面光源装置の特徴が極めて有効に生かされる代表的な事例として、液晶表示装置のバックライトへの適用がある。即ち、本発明の偏光化機能付面光源装置を液晶表示装置のバックライトへ適用することで、バックライト光源出射光束の偏光方向と偏光板の偏光軸方向が平行となる配置をとるだけで、表示に有効に寄与する光エネルギーの割合を格段に向上させることが出来る。

【0113】図14は、本発明に係る偏光化機能付の面光源装置を液晶表示装置のバックライトとして使用した場合の基本的な配置を要素分解斜視図で示したものである。本例では、バックライトとして上記第1または第2の実施形態（図2、図11参照）に示したものと同一型の偏光化機能付面光源装置が使用されており、共通する要素は同じ符号で指示されている。

【0114】即ち、符号1は楔形断面形状を有する指向出射性の光散乱導光体からなる導光板で、第1、第2の実施形態で使用されているものである。また、導光板1のサイズは使用する液晶セルのサイズに合わせて設計される。ここでは、図中左右方向の長さが180mm、幅が

135mmとした。

【0115】前述した通り、一般には、指向出射性の導光板1に光散乱導光体を使用する場合、有効散乱照射パラメータEと相関距離aのの好ましい範囲は、各々 $0.5 [\text{cm}^{-1}] \leq E \leq 50 [\text{cm}^{-1}]$ 、 $0.06 [\mu\text{m}] \leq a \leq 35 [\mu\text{m}]$ である。また、特に普及サイズのノートブック型パーソナルコンピュータの液晶ディスプレイへの適用を考えた場合には、 $2.77 [\text{cm}^{-1}] \leq E \leq 9.24 [\text{cm}^{-1}]$ 、 $0.06 [\mu\text{m}] \leq a \leq 7 [\mu\text{m}]$ で特に好ましい結果が得られている。

【0116】銀箔製シートRを背面側に設けたランプLから右方に向かって入射した光は、発光面5から指向性の光として取り出される。導光板1の裏面6には、上記説明した偏光変換素子10または50が配置されている。符号8は導光板1の発光面5に沿って配置された偏光分離板8であり、更にその外側にはプリズムシート4が配置される。偏光分離板8には、前述したいずれかの型のものを配置する。また、プリズムシート4はポリカーボネート(PC;屈折率1.59)からなるものを使用し、そのプリズム形成面を偏光分離板8の方向に向けて配置した。

【0117】これら要素からなる偏光化機能付面光源装置で構成されるバックライトの光出射側には、2枚の偏光板60、80とその間に配置された液晶セル70からなる液晶表示パネルが配置される。光入射側の偏光板60の透過偏光軸の方向は図中で水平方向を向くように設定される一方、光出射側の偏光板80の透過偏光軸の方向は図中で鉛直方向を向くように設定されている。

【0118】既に詳しく説明したように、光源L、導光板1、反射体R、偏光分離板8及びプリズムシート4、偏光変換素子10または50からなる偏光化機能付面光源装置から出射される光束は強くP偏光化されているから、図示された配置条件では、その主たる偏光軸が図中水平方向を向くことになる。従って、バックライト光束として偏光板60に入射した光の内、偏光板60を透過する光量の割合が大きくなり、50%を上回る光透過率が確保される。

【0119】なお、液晶ディスプレイの視覚特性に対称性を与えるために、偏光板60、80の偏光透過軸の方向を表示面のフレームの縦または横方向に対して傾斜

$$E [\text{cm}^{-1}] = - [ \ln (I/I_0) ] / y \quad \dots (1)$$

$$E [\text{cm}^{-1}] = - (1/I) \cdot dI/dy \quad \dots (2)$$

上式(1)、(2)は各々いわゆる積分形及び微分形の表現であり、物理的な意味は等価である。なお、このEは濁度と呼ばれることもある。一方、媒体内に分布した不均一構造によって光散乱が起こる場合の散乱光強度は、縦偏光の入射光に対して出射光の大半が縦偏光であ

(通常は45度傾斜)させる技術が知られている。この技術を適用する場合には、光学軸を照明光の偏光軸に対して所定角度だけ傾斜させた2分の1波長板90(破線で描示)をプリズムシート4と偏光板60の間に更に配置すれば、2分の1波長板90の周知的作用により、照明光の偏光軸の方向を偏光板60の偏光透過軸の方向と一致させることが出来る。偏光板60の偏光透過軸の傾斜角度を45度とした場合、2分の1波長板90の光学軸の傾斜角はその2分の1である22.5度とされる。

【0120】また、これまでの実施形態の説明においては、光源Lとして棒状の蛍光灯を使用することを一応の前提としたが、本発明における光源は広義には光供給手段であれば良く、必ずしも自身が発光能力を有する必要はない。例えば、他の発光素子に結合された光ファイバ束の出射端などであっても構わない。その偏光特性についても特に制限はなく、レーザ発振に由来した光のように特定の偏光特性を有する光を供給した場合でも、本発明の本質的な偏光化作用自体が損なわれることは無い。

【0121】また、前述したように、本発明に言う「楔形状断面を有する導光板」には、2個の楔形を肉薄側で連結した形状(連結楔形状)をなす導光板も含まれる。上記各実施形態における導光板1をそのような連結楔形状の導光板に代え、各肉厚端面(光入射面)の近傍に1本づつランプLを配置すれば、いわゆる両灯式の面光源装置が構成される。このような両灯式の面光源装置においても、本発明の特徴的な作用(P偏光化リサイクルプロセス)が発揮されることは、これまでの説明から明らかであろう。

【0122】次に、導光板1の材料に光散乱導光体を採用した場合に、その散乱特性を記述する指標値となる有効散乱照射パラメータEと相関距離aについてDebyeの理論を引用して説明し、更に、その指向出射性について簡単に説明しておく。

【0123】今、一定の屈折率を有する基材内に一様に屈折率不均一構造を分布形成させた媒体からなる光散乱導光体内を強度 $I_0$ の光がy(cm)伝播し、その間の散乱により強度がIに減衰した場合を考え、有効散乱照射パラメータEを次式(1)または(2)で定義する。

【0124】

【数1】

る通常の場合(VV散乱)には、次式(3)で表される。

【0125】

【数2】

$$V_V = [ (4 \langle \eta^2 \rangle \pi^3) / \lambda_0^4 ] \int_0^\infty C \gamma(r) dr \quad \dots (3)$$

$$\text{但し、} C = [r^2 \sin(\nu s r)] / \nu s r \quad \dots (4)$$

自然光を入射させた場合には、 $H_h$  散乱を考慮して、式【0126】  
 (3)の右辺に $(1 + \cos^2 \Phi) / 2$ を乗じた次式を考え【数3】  
 れば良いことが知られている。

$$I_{vh} = V_V (1 + \cos^2 \Phi) / 2 \quad \dots (5)$$

ここで、 $\lambda_0$  は入射光の波長、 $\nu = (2\pi n) / \lambda_0$ 、 $s = 2 \sin(\Phi/2)$ 、 $n$ は媒体の屈折率、 $\Phi$ は散乱角、 $\langle \eta^2 \rangle$ は媒体中の誘電率ゆらぎ2乗平均（以下、 $\langle \eta^2 \rangle = \tau$ として、 $\tau$ を適宜使用する。）であり、 $\gamma(r)$ は相関関数と呼ばれるものであり、次式(6)で表わされる。

【0127】Debyeの理論によれば、媒体の屈折率

$$\gamma(r) = \exp(-r/a) \quad \dots (6)$$

$$a [\text{cm}] = (4V/S) \cdot \phi_A \phi_B \quad \dots (7)$$

$$\tau = \phi_A \phi_B (n_A^2 - n_B^2)^2 \quad \dots (8)$$

ここで、 $V$ ：全体積、

$S$ ：界面の全面積、

$\phi_A$ 、 $\phi_B$ ：A、B各相の体積分率、

$n_A$ 、 $n_B$ ：A、B各相の屈折率。

不均一構造が半径 $R$ の球状界面で構成されているとみなせば、相関距離 $a$ は次式で表される。【0129】  
 【数5】

$$a [\text{cm}] = (4/3) R (1 - \phi_A) \quad \dots (9)$$

相関関数 $\gamma(r)$ についての式(6)を用い、式(5)【0130】  
 に基づいて自然光を媒体に入射させた時の有効散乱照射【数6】  
 パラメータ $E$ を計算すると結果は次のようになる。

$$E = [ (32 a^3 \tau \pi^4) / \lambda_0^4 ] \cdot f(b) \quad \dots (10)$$

但し、

$$f(b) = \{ (b+2)^2 / b^2 (b+1) \} - \{ 2(b+2) / b^3 \} \cdot \ln(b+1) \quad \dots (11)$$

$$b = 4 \nu^2 a^2 \quad \dots (12)$$

図15は、横軸に相関距離 $a$ 、縦軸に誘電率ゆらぎ2乗平均 $\tau$ をとり、有効散乱照射パラメータ $E$ を一定にする条件を表わす曲線を、 $E = 50 [\text{cm}^{-1}]$ 及び $E = 100 [\text{cm}^{-1}]$ の場合について描いたものである。 $E$ の値は散乱導光媒体の散乱能の「強さ」の目安となる指標であり、 $E$ の値が大きければ散乱能が強く、 $E$ の値が小さければ散乱能が弱い（透明に近い）という傾向が生じる。 $E = 0 [\text{cm}^{-1}]$ は無散乱状態に対応している。従って、大寸法で明るさが均一な面光源の用途には $E$ の小さな光散乱導光体が適し、小寸法の面光源の用途には $E$ の大きな光散乱導光体が適しているという一般論が成立する。既述した $E$ の範囲 $(0.5 [\text{cm}^{-1}] \leq E \leq 50 [\text{cm}^{-1}])$ あるいは $(2.77 [\text{cm}^{-1}] \leq E \leq 9.24 [\text{cm}^{-1}])$ に

不均一構造が界面を持ってA相とB相に分かれて分散している場合には、誘電率のゆらぎに関して相関関数 $\gamma(r)$ 、相関距離 $a$ 、誘電率ゆらぎ2乗平均 $\tau$ 等について、下記の関係式(7)、(8)が成立する。

【0128】

【数4】

は、このような観点が考慮されている。

【0131】一方、相関距離 $a$ は、光散乱導光体内部における個々の散乱現象における散乱光の方向特性に深く関わっている量である。即ち、上記(3)式乃至(5)式の形から推察されるように、光散乱導光体内部における光散乱は一般に前方散乱性を帯びているが、前方散乱性の強さが相関距離 $a$ に依存して変化する。

【0132】図16は、これを $a$ の2つの値について例示したグラフである。図において、横軸は散乱角度 $\Phi$ （入射光線の進行方向を $\Phi = 0$ 度とする。）を表わし、縦軸は自然光を仮定した場合の散乱光強度、即ち、上記(5)式を $\Phi = 0$ 度に対して規格化した値、 $V_{vh}(\Phi) / V_{vh}(0)$ を表わしている。同図に併記されているよ



うに、 $a=0.13[\mu\text{m}]$ 、上記(9)を用いて粒径に換算して $2R=0.2[\mu\text{m}]$ の場合には、規格化散乱強度のグラフは $\phi$ に関する緩やかな減少関数となるが、 $a=1.3[\mu\text{m}]$ 、上記(9)式による粒径換算値で $2R=2.0[\mu\text{m}]$ の場合には、規格化散乱強度のグラフは $\phi$ が小さい範囲で急激に減少する関数となる。

【0133】このように、光散乱導光体内の屈折率の不均一構造によって生ずる散乱は、基本的に前方散乱性を示し、相関距離 $a$ の値が小さくなると前方散乱性が弱まり、1回の散乱における散乱角度範囲が広がる傾向を持つようになる。この事実自体は、実験的にも確認済みの事項である。

【0134】以上は光散乱導光体内部に分布した屈折率不均一構造による個々の散乱現象そのものに着目した議論であるが、光散乱導光体の光取出面から実際に射出される光の方向特性を評価する際には、光散乱導光体の内部側から光取出面に入射する光の全反射の現象と光射出時の界面透過率(光散乱導光体からの脱出率)を併せて考慮する必要がある。

【0135】基礎的な光学理論によって良く知られているように、外部の媒体(空気)に比して相対的に大きな屈折率を有する光散乱導光体の内部側から光取出面に光が入射角 $\alpha$ (ここでは、光取出面に対して光散乱導光体内部に向けて立てた法線方向を $\alpha=0$ 度とする。)が、光散乱導光体内外の媒体の屈折率によって決まる臨界角 $\alpha_c$ を上回る場合には、外部(空気層)への出射(光の脱出)が起らない。

【0136】本願発明に使用される光散乱導光体の代表的な材料であるPMMA(ポリメチルメタクリレート; 屈折率1.492)では、 $\alpha_c=42$ 度となる。

【0137】後述するように、本発明で光散乱導光体のマトリックスとして好適に使用される樹脂材料の屈折率は、1.4~1.7の範囲にあり、これに対応する臨界角 $\alpha_c$ の範囲は、36.0度~45.6度となる。

【0138】従って、本願発明のように光取出面の側方に光入射面をとるケースでは(後述する各実施例参照)、光入射面から入射した光が不均一構造に遭遇して発生した1次散乱光が、直ちに上記臨界角条件を満たして光取出面から外部へ出射されることは極めて起り難いと考えられる。

【0139】即ち、本願発明が前提とする条件の下では、光散乱導光体内部における多重散乱の効果、光散乱導光体の光取出面側及び背面側の界面あるいはそれに面して配置された反射部材(本願発明では、反射型の偏光変換手段が配置される。詳細は後述。)による反射の効果等が複合的に作用し合った結果として、上記臨界角条件を満たすに至った光が外部に出射されるという現象が、光取出面からの光射出に大きく関与しているものと考えて良い。

【0140】そうだとすると、臨界角条件を満たした条件で光取出面方向に伝播する光について考えた場合、光入射面から入射した時点における光の伝播方向性を全体として保存するように作用する前記前方散乱性の効果は、上記複合的な効果によって相当程度薄められ、光の伝播方向分布にかなりの拡がりが生じている筈である。その結果、光散乱導光体から出射される光の方向特性は、臨界角条件を満たした光の光取出面における界面透過率(脱出率)の角度依存性に大きく左右されることになる。

【0141】一般に、臨界角条件( $\alpha < \alpha_c$ )をぎりぎり満たすような条件における界面透過率は極めて低く(例えば、アクリル樹脂-空気界面の場合、P偏光成分40%程度、S偏光成分20%程度)、入射角 $\alpha$ が臨界角 $\alpha_c$ を下回る量が増えれば界面透過率は急激に上昇し、5度乃至10度以上下回った条件ではほぼ一定となる(アクリル樹脂-空気界面の場合、P偏光成分90%以上、S偏光成分85%以上)。

【0142】以上のことから、アクリル樹脂( $\alpha_c \approx 42$ 度)の場合で言えば、光散乱導光体内部側から光取出面へ入射角 $\alpha=35$ 度~40度前後で入射した光が、光散乱導光体の光取出面からの光射出に最も寄与しているものと考えられる。この $\alpha=35$ 度~40度の入射角で光取出面に入射した光は、スネルの法則に従って光取出面で屈折し、光取出面に外部に向けて立てた法線に対して60度~80度程度の範囲内に収まる方向(即ち、光取出面表面に対して20度~30度程度立ち上がった方向)へ出射されることになる。

【0143】図17のグラフこれを実証する測定例で、第1、第2の実施形態で使用した導光板1について、発光面5から出射される光の角度別の強度を偏光成分別に測定した結果を表わしている。測定は、輝度計(ミノルタ製LS110; 測定視野角1/3度、クローズアップレンズ装着)を発光面5の中央点P(図2参照)を常に距離203mmの距離から視線bで見る条件で、視線bの方向をランプLに対して垂直な面内で巡回走査させながら行なった。また、グラフの縦軸にプロットされているのは、COS補正( $\phi$ の走査によって測光対象とされる発光面の面積が $1/\text{COS } \phi$ を因子に持って変化することの効果補償するための補正)を行なった後のP偏光成分及びS偏光成分の輝度値である。

【0144】このグラフから、P偏光成分とS偏光成分では輝度値のピークを与える角度が数度程度異なっているが、いずれも60度~80度の範囲で明瞭なピークを示している。同様の事実は光散乱導光体を用いた本事例に限らず、一般の出射指向性の導光板で確認される事柄である。

【0145】但し、ここで注意すべきことは、導光板に光散乱導光体を採用した場合、相関距離 $a$ の値が余り小さくなると、個々の散乱における前方散乱性そのものが

薄れてしまい、一次散乱のみで後方散乱を含む広角度範囲の散乱光が発生するようになる為に、この指向性がぼやけてしまうことである。

【0146】本発明で使用する「指向出射性」の導光板は、このような現象を顕著に示さないような特性を有しているものであり、相関距離  $a$  について指定した前述の範囲 ( $0.06 [\mu\text{m}] \leq a \leq 35 [\mu\text{m}]$  あるいは  $0.06 [\mu\text{m}] \leq a \leq 7 [\mu\text{m}]$ ) には、この条件が考慮に入れられている。光散乱導光体として、ポリマーマトリックス中に異屈折率粒子を均一に分散させたものを使用する場合には、前記(9)式から、上記相関距離の範囲 ( $0.06 [\mu\text{m}] \leq a \leq 35 [\mu\text{m}]$ ) を異屈

折率粒子径の範囲に換算すると、 $0.1 [\mu\text{m}] \sim 54 [\mu\text{m}]$  になる。

【0147】最後に、本発明において、導光板として使用される光散乱導光体の材料及び製造方法について説明する。本発明で導光板の材料として好適に使用される光散乱導光体のベースとしては、種々のポリマー材料がある。これらポリマーの代表的なものを下記の表1及び表2に示す。このようなポリマー材料をベースとする光散乱導光体は、次のような方法によって製造することが可能である。

【0148】

【表1】

区 分	ポ リ マ ー	ポリマーno
MA	1. PMMA [ポリメチルメタクリレート]	1. 49
	2. PEMA [ポリエチルメタクリレート]	1. 483
	3. Poly (nPMA) [ポリ- $n$ -プロピルメタクリレート]	1. 484
	4. Poly (nBMA) [ポリ- $n$ -ブチルメタクリレート]	1. 483
	5. Poly (nHMA) [ポリ- $n$ -ヘキシルメタクリレート]	1. 481
	6. Poly (iPMA) [ポリイソプロピルメタクリレート]	1. 473
	7. Poly (iBMA) [ポリイソブチルメタクリレート]	1. 477
	8. Poly (tBMA) [ポリ- $t$ -ブチルメタクリレート]	1. 463
	9. PCHMA [ポリシクロヘキシルメタクリレート]	1. 507
XMA	10. PBzMA [ポリベンジルメタクリレート]	1. 568
	11. PPhMA [ポリフェニルメタクリレート]	1. 57
	12. Poly (1-PhEMA) [ポリ-1-フェニル エチルメタクリレート]	1. 543
	13. Poly (2-PhEMA) [ポリ-2-フェニルエチル メタクリレート]	1. 559
	14. PFFMA [ポリフルフリルメタクリレート]	1. 538
A	15. PMA [ポリメチルアクリレート]	1. 4725
	16. PEA [ポリエチルアクリレート]	1. 4685
	17. Poly (nBA) [ポリ- $n$ -ブチルアクリレート]	1. 4534
XA	18. PBzMA [ポリベンジルアクリレート]	1. 5584
	19. Poly (2-CIEA) [ポリ-2-クロルエチル アクリレート]	1. 52

【0149】

【表2】

区 分	ポ リ マ ー	ポリマーno
AC	20. PVA <sub>o</sub> [ポリビニルアセテート]	1. 47
XA	21. PVB [ポリビニルベンゾエート]	1. 578
	22. PVA <sub>o</sub> [ポリビニルフェニルアセテート]	1. 587
	23. PVClAc [ポリビニルクロルアセテート]	1. 512
N	24. PAN [ポリアクリロニトリル]	1. 52
	25. Poly( $\alpha$ MAN) [ポリ- $\alpha$ -メチルアクリロニトリル]	1. 52
$\alpha$ -A	26. PMA(2CI) [ポリメチル- $\alpha$ -クロルアクリレート]	1. 5172
St	27. Poly(o-CIS <sub>t</sub> ) [ポリ- $\alpha$ -クロルスチレン]	1. 6098
	28. Poly(p-FSt) [ポリ-p-フルオロスチレン]	1. 566
	29. Poly(o, p-FSt) [ポリ- $\alpha$ , p-ジフルオロスチレン]	1. 475
	30. Poly(p-iPS <sub>t</sub> ) [ポリ-p-イソプロピル スチレン]	1. 554
	31. PS <sub>t</sub> [ポリスチレン]	1. 59
C	32. PC [ポリカーボネート]	1. 59

まず、その1つは、2種類以上のポリマーを混練する工程を含む成形プロセスを利用する方法である。即ち、2種類以上の屈折率の相互に異なるポリマー材料（任意形状で良い。工業的には、例えばペレット状のものが考えられる。）を混合加熱して、練り合わせ（混練工程）、混練された液状材料を射出成形機の金型内に高圧で射出注入し、冷却固化することによって成形された導光板を金型から取り出せば金型形状に対応した形状の導光板を得ることが出来る。

【0150】混練された2種類以上の異なる屈折率のポリマーは完全には混ざり合うことなく固化するので、それらの局所的濃度に不均一（ゆらぎ）が生まれて固定され、一様な散乱能が与えられる。また、混練された材料を押し出し成形機のシリンダー内に注入し、通常のやり方で押し出せば目的とする成形物を得ることが出来る。

【0151】これらポリマーブレンドの組合せや混合割合については、非常に幅広い選択が可能であり、屈折率差、成形プロセスで生成される屈折率不均一構造の強さや性質（散乱照射パラメータE、相関距離a、誘電率ゆらぎ2乗平均 $\epsilon$ 等）を考慮して決定すれば良い。なお、使用し得るポリマー材料の代表的なものは前記表1及び表2に示した通りである。

【0152】光散乱導光体を構成する材料の製造法の別の1つは、ポリマー材料中に屈折率の異なる（0.001以上の屈折率差）粒子状材料を一様に混入分散させるものである。そして、粒子状材料の一様混入に利用可能な方法の1つにサスペンション重合法と呼ばれる方法がある。即ち、粒子状材料をモノマー中に混入し、湯中に

懸濁させた状態で重合反応を行なわせると、粒子状材料が一様に混入されたポリマー材料を得ることが出来る。これを原材料に用いて成形を行なえば、所望の形状の光散乱導光体が製造される。

【0153】また、サスペンション重合を種々の粒子状材料とモノマーの組合せ（粒子濃度、粒径、屈折率等の組合せ）について実行し、複数種類の材料を用意しておき、これを選択的にブレンドして成形を行なえば、多様な特性の光散乱導光体を製造することが出来る。また、粒子状材料を含まないポリマーをブレンドすれば、粒子濃度を簡単に制御することが出来る。

【0154】粒子状材料の一様混入に利用可能な方法の他の1つは、ポリマー材料と粒子状材料を混練するものである。この場合も、種々の粒子状材料とポリマーの組合せ（粒子濃度、粒径、屈折率等の組合せ）で混練・成形（ペレット化）を行なっておき、これらを選択的にブレンドして光散乱導光体を成形製造することにより、多様な特性の光散乱導光体を得ることが出来る。

【0155】また、上記のポリマーブレンド法と粒子状材料混入方法を組み合わせることも可能である。例えば、屈折率の異なるポリマーのブレンド・混練時に粒子状材料を混入させることが考えられる。

【0156】

【発明の効果】本発明の偏光化機能付面光源装置によれば、指向出射性の導光板、偏光成分に依存した反射特性を有する偏光分離手段並びに偏向プリズム面を備えた偏光変換素子を組み合わせる構成によりリサイクル的な偏光化プロセスが高効率で達成され、高いエネルギー利用効

率を以て偏光化された照明光の生成が可能になる。

【0157】また、本発明に係る偏光化機能付面光源装置によれば、その出射光束に明瞭な指向性が保存されているから、プリズム作用を利用したプリズムシートを付加的に利用することによって、所望の方向に伝播する偏光化光束を生成させることが出来る。

【0158】このような特性は、本願発明の偏光化機能付面光源装置を液晶表示装置のバックライトとして用いた際に極めて有利であり、液晶表示装置の表示品位を格段に向上させ、省電力性を大幅に改善させるに充分なものである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】従来のサイドライト型面光源装置の基本的な構成を説明する見取り図である。

【図2】本発明の第1の実施形態に係る面光源装置の概略構造を断面図で表わしたものである。

【図3】偏光分離板8の偏光化機能について説明する図である。

【図4】横軸にBK-7板への入射角をとり、縦軸にP、S各偏光成分の1回透過の透過率をとってグラフ表示したものである。

【図5】(A)は、光出射方向修正素子の典型的な構造と配置を説明する図、(B)は変形型の配置を示した図である。

【図6】図3と同様の形式で、多層膜を利用した偏光分離板の機能を説明する図である。

【図7】厚さ1mmの光学ガラス板BK-7上に、TiO<sub>2</sub>、SiO<sub>2</sub>及びZrO<sub>2</sub>からなる多層膜を真空蒸着により形成した偏光分離板について、偏光分離機能を入射角度を55度〜70度まで変えながら測定した結果を示したグラフである。

【図8】偏光変換素子10を導光板1の側から見た時のプリズム溝の配向方向を示した図である。

【図9】偏光変換素子10の断面を局所的に抽出描示し、更に代表光線L1の光路と偏向変換過程の概略を透視的に併記したものである。

【図10】偏光変換過程を更に詳しく説明するために、偏光変換素子10の裏面に形成された偏光変換用のプリズム溝の一部(単位ユニット)を斜視的に拡大描示し、図9における光路121〜123について偏向状態を併記したものである。

【図11】第2の実施形態に係る面光源装置の概略構造を図2と同様の形式で表わした断面図である。

【図12】偏光変換素子50を導光板1の側から見た時のプリズム溝並びに光学軸の配向方向を図8と同様の形

式で示したものである。

【図13】偏光変換素子50の断面を局所的に抽出描示し、更に代表光線L1の光路と偏向変換過程の概略を透視的に併記したものである。

【図14】本発明に係る偏光化機能付の面光源装置を液晶表示装置のバックライトとして使用した場合の基本的な配置を要素分解斜視図で示したものである。

【図15】横軸に相関距離a、縦軸に誘電率ゆらぎ2乗平均 $\sigma$ をとり、有効散乱照射パラメータEを一定にする条件を表わす曲線を、 $E=50$  [cm<sup>-1</sup>]及び $E=100$  [cm<sup>-1</sup>]の場合について描いたものである。

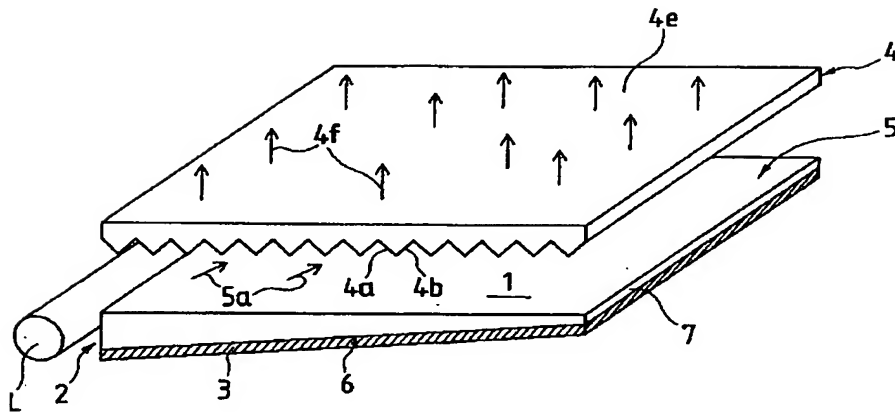
【図16】相関距離aによって光散乱導光体の前方散乱性の強さが変化することを説明するグラフである。

【図17】第1、第2の実施形態で使用した導光板1について、発光面5から出射される光の角度別の強度を偏光成分別に表わしたグラフである。

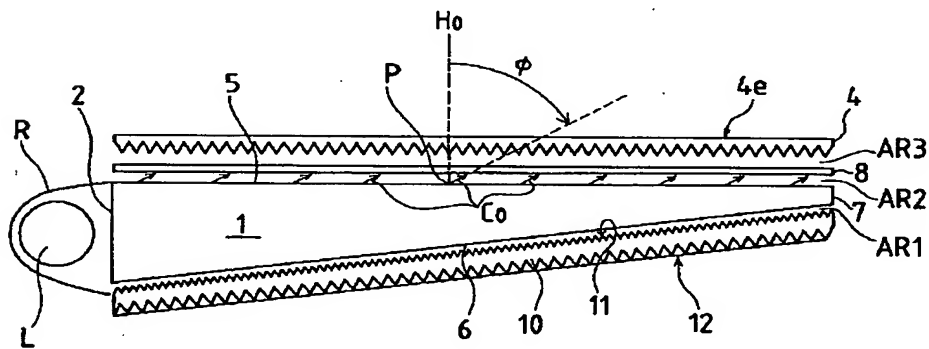
#### 【符号の説明】

- 1 導光板
- 2 光入射面
- 3 反射体(銀箔)
- 4 プリズムシート
- 4a, 4b プリズムシート4のプリズム面
- 4'a, 4'b プリズムシート4'のプリズム面
- 4e プリズムシート4の平坦面
- 4'c プリズムシート4'の平坦面
- 5 発光面
- 6 導光板の裏面
- 7 導光板の末端部
- 8 偏光分離板
- 8a 偏光分離板8の光入射面
- 8b 偏光分離板8の光出射面
- 10, 50 偏光変換素子
- 11 偏光変換素子10の入出力面
- 12 偏光変換素子10の裏面
- 52 4分の1波長板
- 53 反射板(反射層)
- 101, 102, 111, 112 偏光変換素子10のプリズム面
- 501, 502 偏光変換素子50のプリズム面
- 121, 122, 123 偏光変換素子10内の光路
- 521, 522, 523 偏光変換素子50内の光路
- AR1〜AR3 空気層
- L 光源素子(冷陰極管; 蛍光ランプ)
- P 導光板1の中央点
- R 反射体(銀箔)

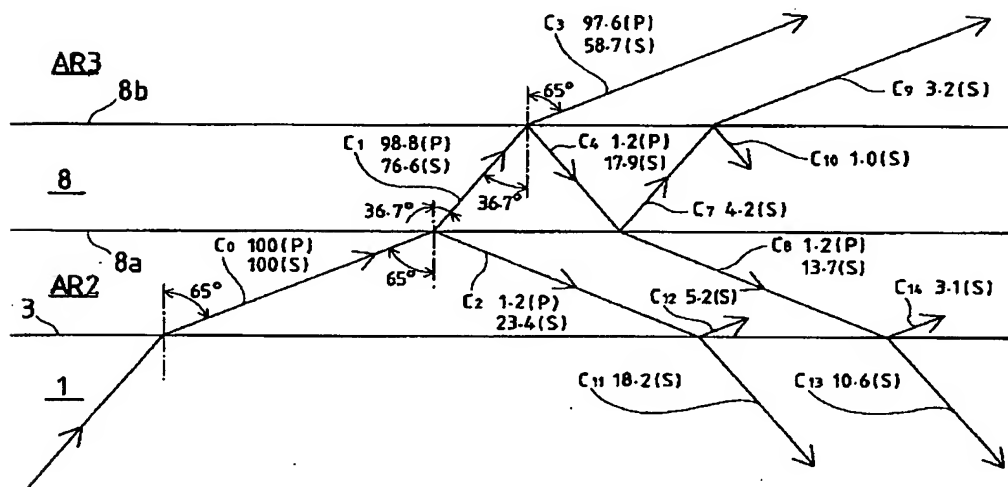
【図1】



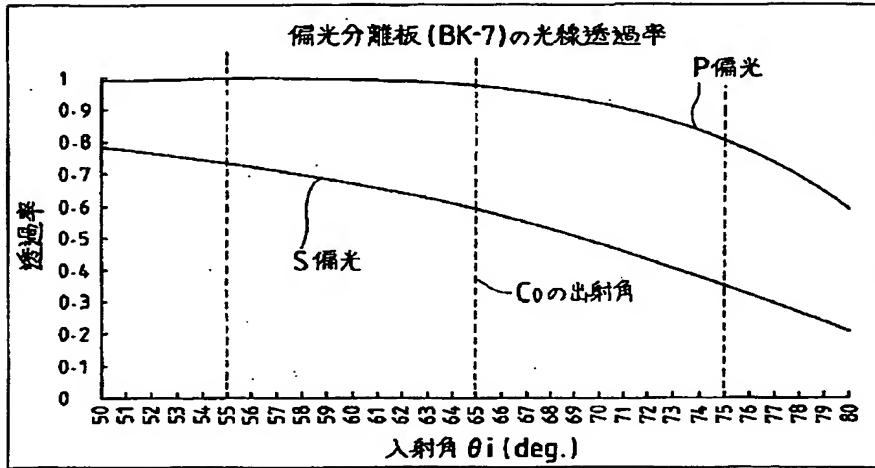
【図2】



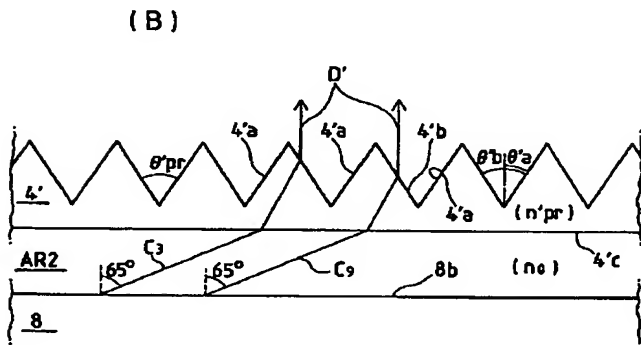
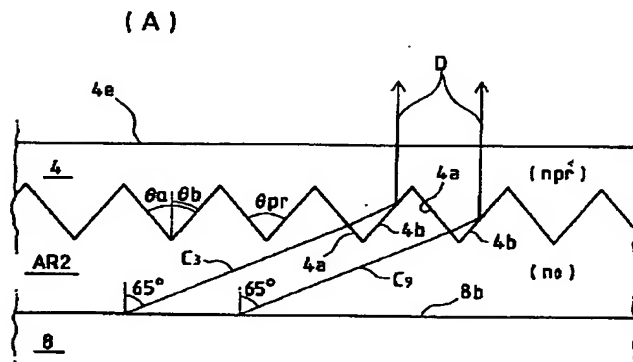
【図3】



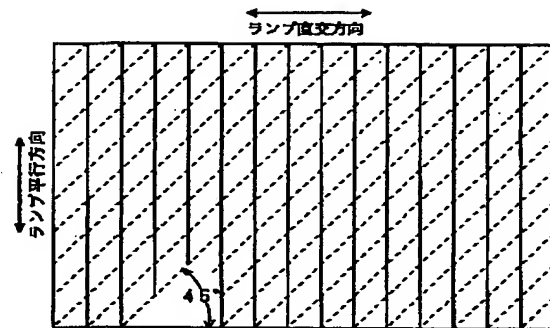
【図4】



【図5】

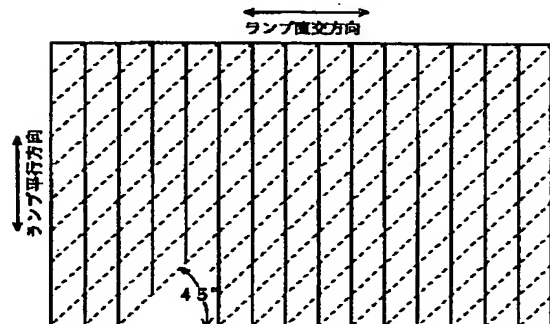


【図8】



—— 導光板に對面した偏角プリズム溝 (例  $8.6^\circ$ )  
 ..... 裏面斜偏光変換プリズム溝 ( $9.0^\circ$ )

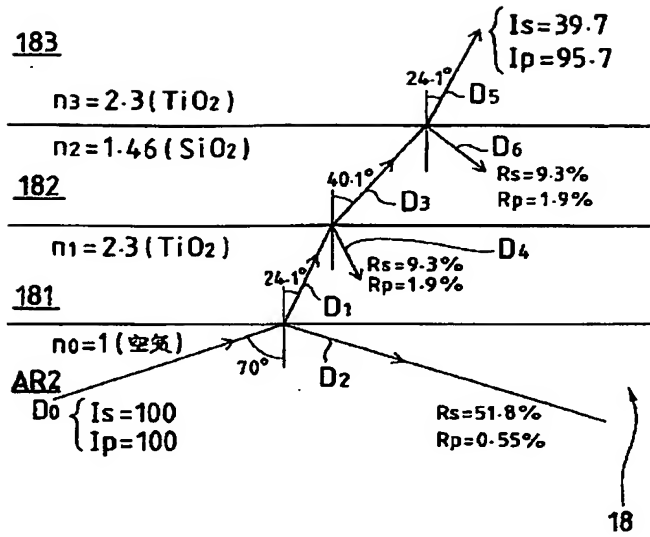
【図12】



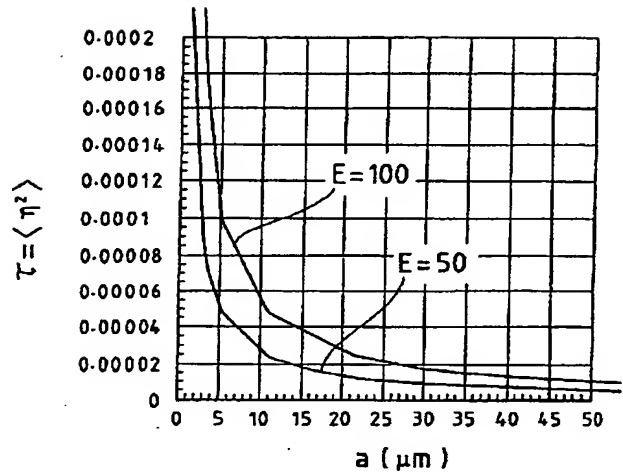
—— 導光板に對面した偏角プリズム溝 (例  $8.6^\circ$ )  
 ..... 4分の1波長板の光学軸方向



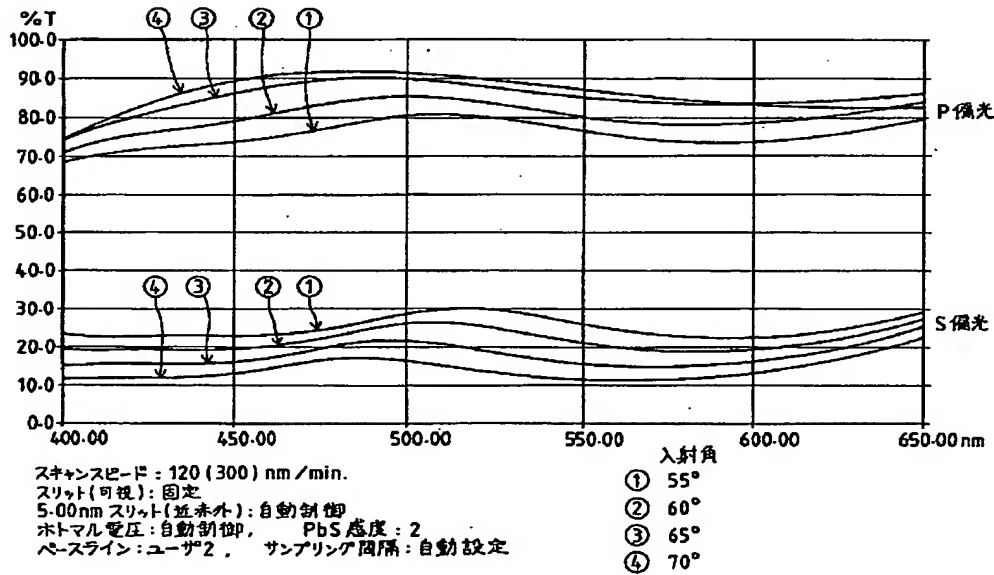
【図6】



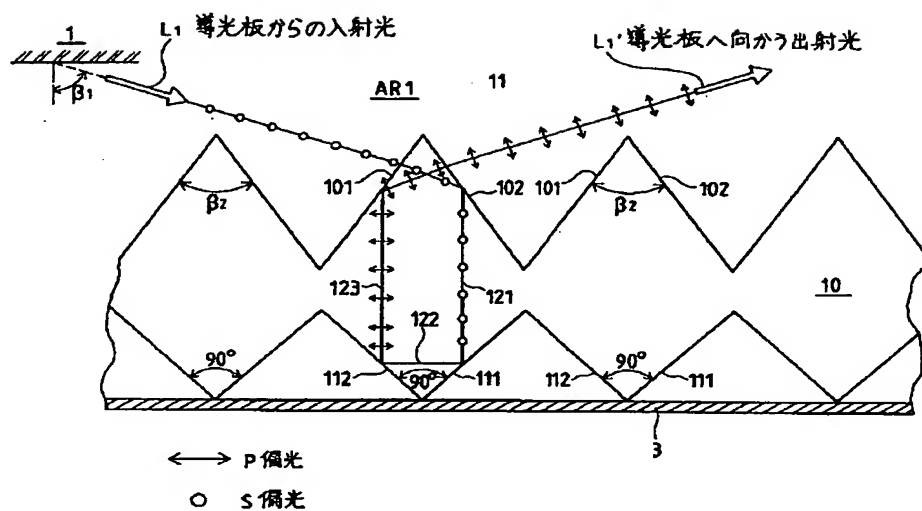
【図15】



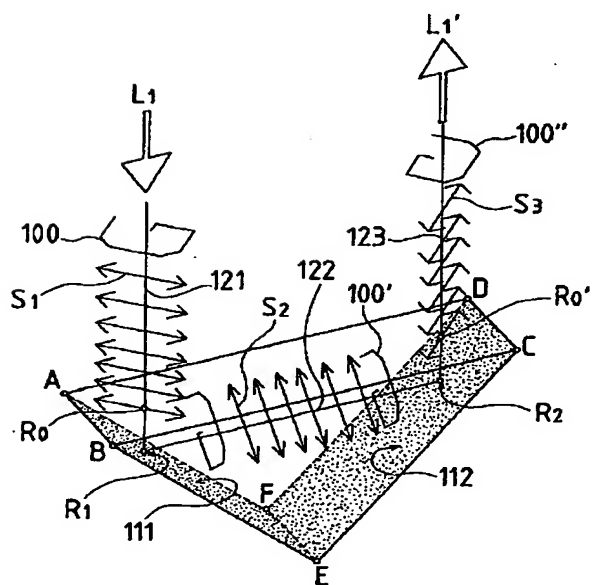
【図7】



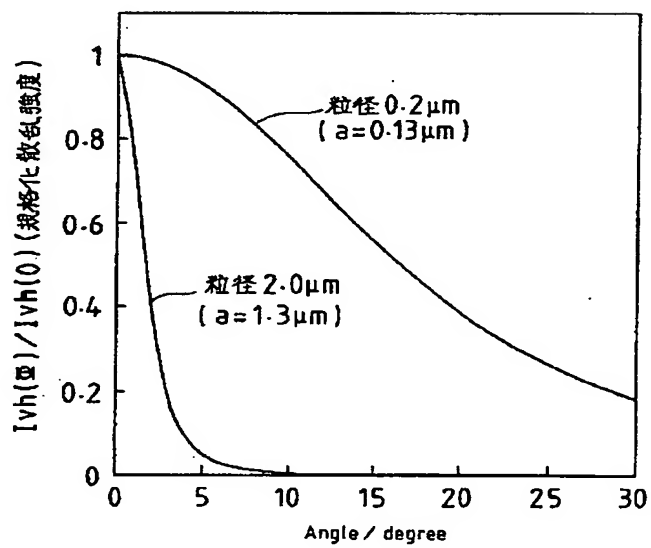
【図9】



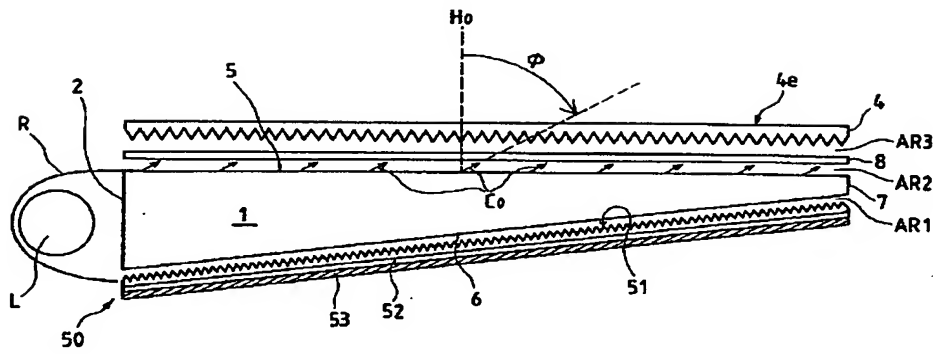
【図10】



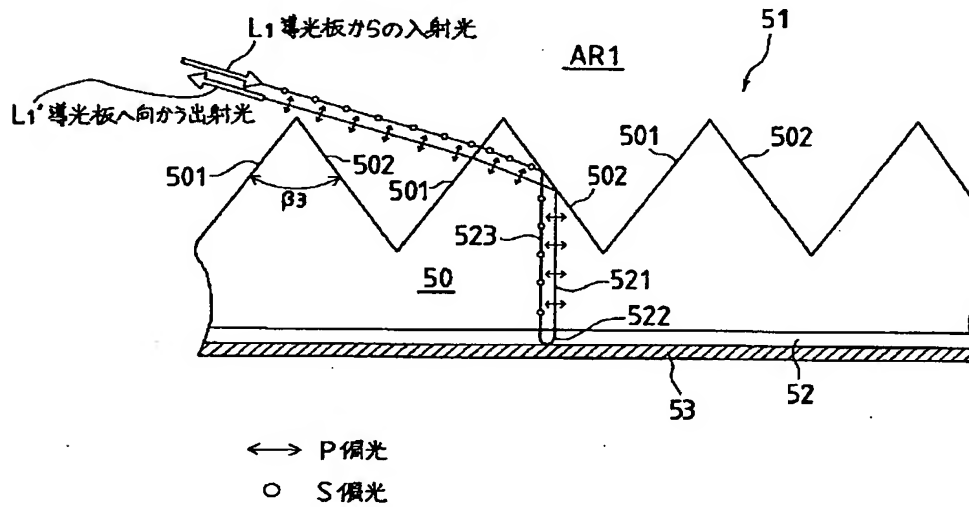
【図16】



【図11】

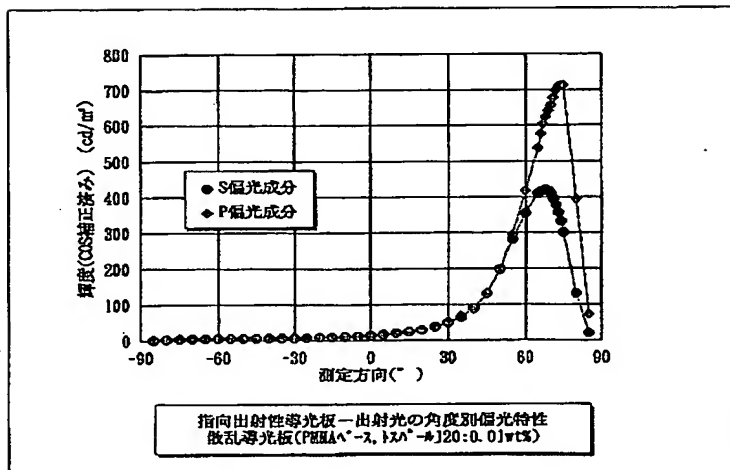


【図13】



↔ P偏光  
○ S偏光

【図17】



【図14】

